



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.2004 Patentblatt 2004/49

(51) Int Cl.7: **B21B 37/28**

(21) Anmeldenummer: **04009244.7**

(22) Anmeldetag: **19.04.2004**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Reinschke, Johannes, Dr.**
91052 Erlangen (DE)
• **Schmid, Otto**
91341 Röttenbach (DE)

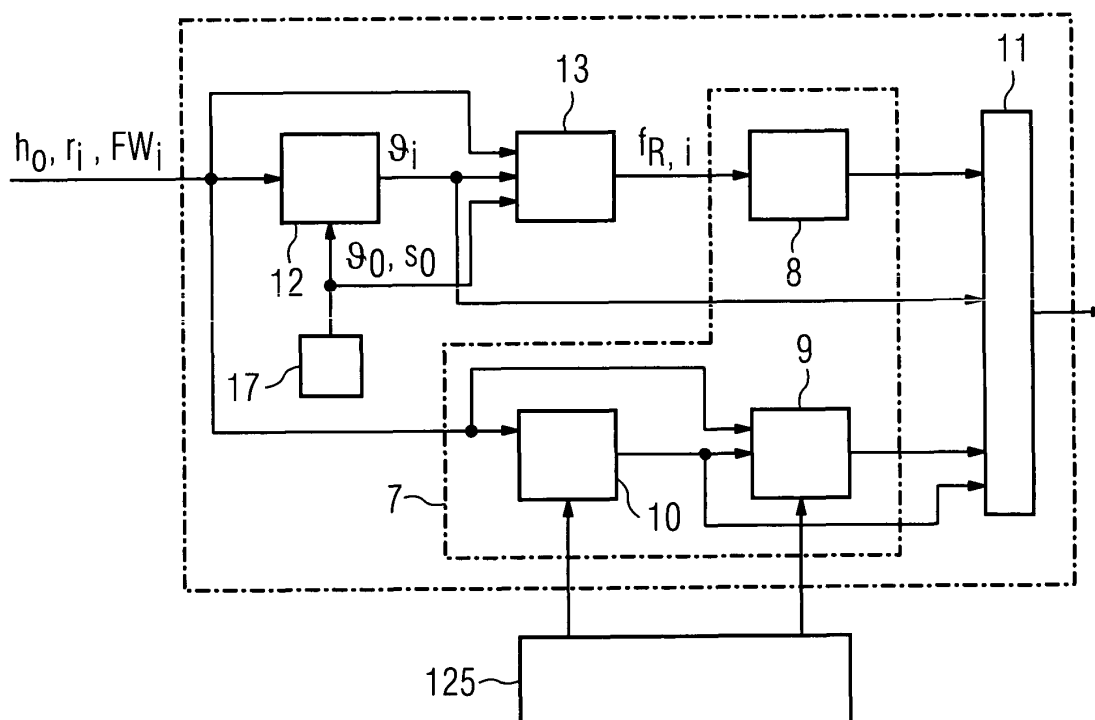
(30) Priorität: **30.05.2003 DE 10324679**

(54) **Steuerrechner und rechnergestütztes Ermittlungsverfahren für eine Profil- und Planheitssteuerung für eine Walzstrasse**

(57) Zur Bestimmung der Sollwerte für Profil- und Planheitsstellglieder eines Walzgerüsts mit mindestens zwei Arbeitswalzen werden einem Materialflussmodell (13) Eingangsgrößen (ϑ, s) zugeführt, die das Metallband vor und nach dem Durchlaufen des Walzgerüsts beschreiben. Mit Hilfe des Materialflussmodells (13) wird online ein Walzkraftverlauf ermittelt und einem Walzenverformungsmodell (7) zugeführt. Mit Hilfe weiterer

Modelle (9,10) und unter Heranziehen des Walzkraftverlaufs werden sich ergebende Walzenverformungen ermittelt und einem Sollwertermittler (11) zugeführt. Es wird vorgeschlagen, die jeweils aktuelle Bandmittenlage (125) den Modellen (9,10) zuzuführen und so den, insbesondere beim Warmwalzen, erheblichen Auswirkungen des Schwärmens des Metallbandes Rechnung zu tragen.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Steuerrechner für eine Walzstraße mit mindestens einem Walzgerüst, das mindestens zwei Arbeitswalzen zum Walzen eines Metallbandes aufweist und mit mindestens einem Steuerrechner zur Ermittlung von Sollwerten für Profil- und Planheitsstellglieder des Walzgerüsts verbunden ist sowie ein rechnergestütztes Ermittlungsverfahren für Sollwerte für Profil- und Planheitsstellglieder eines Walzgerüsts mit zumindest Arbeitswalzen zum Walzen von Metallband, das sich in einer Bandbreitenrichtung erstreckt.

[0002] Die Erfindung geht dabei von einem Ermittlungsverfahren für Sollwerte für Profil- und Planheitsstellglieder eines Walzgerüsts aus wie es in der DE 102 11 623 A1 beschrieben wird. Gemäß der DE 102 11 623 A1 werden einem Materialflussmodell Eingangsgrößen zugeführt, die ein Metallband vor und nach dem Durchlaufen eines Walzgerüsts beschreiben. Das Materialflussmodell ermittelt online einen Walzkraftverlauf in Bandbreitenrichtung und führt ihn einem Walzenverformungsmodell zu. Das Walzenverformungsmodell ermittelt daraus sich ergebende Walzenverformungen und führt sie einem Sollwertermittler zu, der anhand der ermittelten Walzenverformungen und eines auslaufseitigen Konturverlaufs die Sollwerte für die Profil- und Planheitsstellglieder ermittelt,

[0003] Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung werden folgende Begriffsdefinitionen verwendet: Der "Profilwert" wird als skalares Maß für die Abweichung der Banddicke an den Bandrändern von der Banddicke in der Bandmitte verstanden. Unter "Konturverlauf" wird der Banddickenverlauf abzüglich der Banddicke in der Bandmitte verstanden. Der Begriff "Planheit" umfasst von seinem Wortsinn her zunächst nur sichtbare Verwerfungen des Metallbandes. Der Begriff der Planheit wird aber darüber hinaus als Synonym für die im Band herrschenden inneren Spannungen verwendet, und zwar unabhängig davon, ob diese inneren Spannungen zu sichtbaren Verwerfungen des Metallbandes führen oder nicht.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Walzstraße und ein rechnergesteuertes Ermittlungsverfahren für Sollwerte für Profil- und Planheitsstellglieder bereitzustellen, mittels dessen vorgegebene Profilwerte, Konturverläufe und/oder Planheitsverläufe des Walzbandes besser als im Stand der Technik beschrieben erreicht und eingehalten werden können. Insbesondere soll den äußerst hohen Güteanforderungen hinsichtlich der Genauigkeit bei der Einhaltung von Profil-, Kontur- und Planheitsanforderungen an das Walzband beim Auslaufen aus der Walzstraße Rechnung getragen werden.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren der eingangs genannten Art, wobei einem Materialflussmodell Eingangsgrößen zugeführt werden, die das Metallband vor und nach dem Durchlaufen des Walzge-

rüsts beschreiben, wobei das Materialflussmodell online zumindest einen Walzkraftverlauf zumindest in der Bandbreitenrichtung ermittelt und einem Walzenverformungsmodell zugeführt, wobei dem Walzenverformungsmodell ein aktueller Wert der Bandmittenlage zugeführt wird, wobei das Walzenverformungsmodell unter Heranziehen des Walzkraftverlaufs sich ergebende Walzenverformungen ermittelt, einem Sollwertermittler zugeführt und wobei der Sollwertermittler anhand der ermittelten Walzenverformungen und eines auslaufseitigen Soll-Konturverlaufs die Sollwerte für die Profil- und Planheitsstellglieder ermittelt.

[0006] Die Aufgabe wird auch gelöst durch einen Steuerrechner für eine Walzstraße der eingangs genannten Art, wobei die Walzstraße mindestens eine Messvorrichtung zur Bestimmung der Bandmittenlage des Metallbandes aufweist, wobei der Steuerrechner eine Vorrichtung zur Sollwertermittlung und ein Modul zur Modellierung der Walzenverformung aufweist, wobei das Modul zur Modellierung der Walzenverformung mindestens ein Modul zur Modellierung der Walzenbiegung und mindestens ein Modul zur Modellierung der Walzentemperatur und des Walzenverschleißes aufweist, wobei das Modul zur Modellierung der Walzenverformung mit der Messvorrichtung und mit der Vorrichtung zur Sollwertermittlung gekoppelt ist.

[0007] Wie in der DE 102 11 623 A1 beschrieben, fußt die vorgeschlagene Berechnung von Sollwerten für Profil- und Planheitsstellglieder auch insbesondere deshalb auf Modellen, die die elastische Deformation der Arbeitswalzen sowie die thermischen und Verschleißballigkeiten beschreiben, weil diese Größen während des Walzbetriebs nicht unter vertretbarem Aufwand messbar sind. Anders als bei der DE 102 11 623 A1 wird jedoch nicht davon ausgegangen, dass das Band mittig bezogen auf die Gerüstmitte läuft. Es wird vielmehr berücksichtigt, dass es insbesondere beim Walzen von Warmband oft zum so genannten Schwärmen kommt, das heißt innerhalb eines Gerüsts ändert sich die Bandmittenlage während des Bandlaufes in erheblichem Ausmaß. Durch die erfindungsgemäße Berücksichtigung der Bandmittenlage können insbesondere die Verschleißkanten an der Arbeitswalzenoberfläche deutlich genauer vorhergesagt werden. Es hat sich zudem herausgestellt, dass durch die Berücksichtigung der Bandlage die errechnete Durchbiegung des Walzensatzes und die berechneten thermischen und Verschleißballigkeiten der Arbeitswalzen wesentlich realitätsgetreuer bestimmt werden können.

[0008] Die Modellergebnisse werden noch deutlich verbessert, wenn der Wert der Bandmittenlage zyklisch, vorzugsweise z.B. dem Walzentemperatur- und -verschleißmodell, zugeführt wird. Dies kann z.B. alle drei Sekunden erfolgen.

[0009] Mit Vorteil werden anhand der Verschleißkonturen Grenzen für die axiale Verschiebbarkeit der Arbeitswalzen, insbesondere CVC-Walzen, bestimmt.

[0010] Mit Vorteil wird für das Walzenbiegemodell ein

Schwankungsbereich für die Bandmittenlage des zu walzenden Bandes ermittelt.

[0011] Mit Vorteil wird das Walzenbiegemodell bei jeder Sollwertermittlung mindestens zwei mal für mindestens zwei verschiedene Werte der Bandmittenlage aufgerufen. Dabei wird mit Vorteil die fortlaufende Berechnung von Empfindlichkeiten, die zur Profil- und Planheitsregelung benutzt werden, während des Bandlaufs entsprechend dem jeweils aktuellen Bandlagenmesswert zwischen den Biegemodellergebnissen interpoliert. Dabei wird insbesondere der ermittelte Schwankungsbereich abgedeckt.

[0012] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung von erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen und den zugehörigen Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

Figur 1 eine Walzstraße,

Figur 2 ein Blockschaltbild der Steuereinrichtung samt ihrer Module bzw. Modelle,

Figur 3 eine schematische Darstellung der Mittenlage von Walze und Metallband,

Figur 4 die Verschleißgrenzen an der Walze,

Figur 5 ein Walzentemperatur- und -verschleißmodell und

Figur 6 ein Walzenbiegemodell.

[0013] Gemäß Figur 1 wird eine Walzstraße zum Walzen eines Metallbandes 1 von einem Steuerrechner 2 gesteuert. Die in Figur 1 gezeigte Walzstraße weist mehrere Walzgerüste 3, insbesondere mindestens drei Walzgerüste 3, auf. In Figur 1 sind sieben Walzgerüste 3 dargestellt. Das Metallband 1 wird in der Walzstraße in einer Walzrichtung x gewalzt und durchläuft die Walzstraße mit der Geschwindigkeit v . Die Betriebsweise des Steuerrechners 2 wird vorzugsweise von einem Computerprogrammprodukt festgelegt, mit dem der Steuerrechner 2 programmiert ist.

[0014] Die in Figur 1 gezeigte Walzstraße ist als Fertigstraße zum Warmwalzen von Stahlband oder Grobblech ausgebildet. Die vorliegende Erfindung ist aber nicht auf die Anwendung bei einer mehrgerüstigen Fertigstraße zum Warmwalzen von Stahlband beschränkt. Vielmehr könnte die Walzstraße auch als Kaltwalzstraße (Tandemstraße) ausgebildet sein und/oder nur ein Walzgerüst (z.B. ein Reversiergerüst) aufweisen und/oder zum Walzen eines Nichteisenmetalls (z. B. Aluminium oder Kupfer) ausgebildet sein. Die Walzgerüste 3 weisen zumindest Arbeitswalzen 4 und, wie in Figur 1 für eines der Walzgerüste 3 angedeutet, in der Regel auch Stützwalzen 5 auf. Sie könnten auch noch mehr Walzen aufweisen, beispielsweise axial verschiebbare Zwischenwalzen. Auch die Arbeitswalzen

können axial verschiebbar sein.

[0015] Vom Steuerrechner 2 werden Gerüstreglern 6 Sollwerte für in der Zeichnung nicht dargestellte Profil- und Planheitsstellglieder vorgegeben. Die Gerüstregler 6 regeln die Stellglieder dann entsprechend den vorgegebenen Sollwerten.

[0016] Durch die Sollwerte wird pro Walzgerüst 3 ein auslaufseitiger Walzspaltverlauf beeinflusst, der sich zwischen den Arbeitswalzen 4 einstellt. Der auslaufseitige Walzspaltverlauf korrespondiert mit einem auslaufseitigen Konturverlauf ϑ (in der Zeichnung nicht dargestellt) des Metallbandes 1. Die Sollwerte für die Stellglieder müssen daher derart ermittelt werden, dass sich dieser korrespondierende Walzspaltverlauf ergibt.

[0017] Der Steuerrechner 2 wird mit den Eingangsgrößen ϑ_0 , S_0 , ϑ_T , S_T und weiteren Eingangsgrößen beaufschlagt, die im folgenden näher erläutert werden.

[0018] Die dem Steuerrechner 2 zugeführten Eingangsgrößen umfassen beispielsweise Stichplandaten wie eine Eingangsdicke h_0 des Metallbandes 1 sowie für jedes Walzgerüst 3 eine Gesamtwalzkraft FW (Figur 2, nachfolgend kurz Walzkraft genannt) und eine Stichabnahme r . Sie umfassen in der Regel ferner eine Enddicke h_n , einen Sollprofilwert, einen Sollendkonturverlauf ϑ_T und einen gewünschten Planheitsverlauf S_T . Meist soll das gewalzte Metallband 1 so plan wie möglich sein. Der Steuerrechner 2 ermittelt die Sollwerte also aus Eingangsgrößen, die ihm zugeführt werden und die das Metallband 1 ein- und auslaufseitig beschreiben.

[0019] Mit Hilfe mindestens einer Messvorrichtung zur Bestimmung der Bandmittenlage 125 (Figur 2) wird die Bandmittenlage des Metallbandes 1 ermittelt. Die Messvorrichtung 125 ist in Figur 1 nicht dargestellt. Eine oder mehrere Messvorrichtungen zur Bestimmung der Bandmittenlage 125 werden vorzugsweise zwischen den Walzgerüsten 3 angeordnet. Sie übermitteln Messwerte der Bandmittenlage 122 (Figur 3) bzw. Werte für Abweichungen der Bandmittenlage ΔM (Figur 3) an den Steuerrechner 2.

[0020] Gemäß Figur 2 sind im Steuerrechner 2 unter anderem mehrere Module zur Modellierung der Walzstraße vorgesehen. So weist der Steuerrechner 2 ein Modul zur Modellierung der Arbeitswalzenabplattung 8, ein Modul zur Modellierung der Walzenbiegung 9 und ein Modul zur Modellierung der Walzentemperatur und des Walzenverschleißes 10 auf. Die vorgenannten Module 8, 9, 10 bilden gemeinsam, gegebenenfalls unter Einbeziehung weiterer Module, ein Modul zur Modellierung der Walzenverformung 7. Im Steuerrechner 2 sind ferner Mittel zur Konturermittlung 12 und ein Modul zur Modellierung der Bandverformung 13 implementiert.

[0021] Die ermittelten Soll-Konturverläufe ϑ werden in einem Modul zur Modellierung der Bandverformung 13 zugeführt, um die zugehörigen Soll-Walzkraftverläufe $F_{R,i}$ in der Bandbreitenrichtung z (vergleiche Figuren 3 und 4) für die einzelnen Walzgerüste 3 zu ermitteln. Das Bandverformungsmodell 13 ist straßenbezogen und

vorzugsweise in Materialflussmodelle unterteilt. Die Materialflussmodelle dienen dazu, online das physikalische Verhalten des Metallbandes 1 im Walzspalt zu modellieren und werden in der DE 102 11 623 A1 näher beschrieben.

[0022] Da die Abplattung der Arbeitswalzen 4 zum Metallband 1 entscheidend vom Walzkraftverlauf $F_R(z)$ in Bandbreitenrichtung z abhängt, wird der Walzkraftverlauf $F_R(z)$ gemäß Figur 2 dem Arbeitswalzenabplattungsmodell 8 zugeführt. Im Arbeitswalzenabplattungsmodell 8 werden ferner Parameter, wie die Bandbreite, die Bänderlaufdicke, die Stichabnahme, die Walzkraft FW , der Arbeitswalzenradius und der Elastizitätsmodul der Oberfläche der Arbeitswalzen 4 zugeführt. Das Arbeitswalzenabplattungsmodell 8 ermittelt einen Abplattungsverlauf der Arbeitswalzen 4 zum Metallband 1 hin in der Bandbreitenrichtung z und gibt den Abplattungsverlauf an den Sollwertermittler 11 weiter. Der Walzkraftverlauf $F_R(z)$ muß nicht zwangsweise ausschließlich dem Arbeitswalzenabplattungsmodell 8 zugeführt werden. Er kann dem Walzenverformungsmodell auch in anderer Weise zugeführt werden. So kann der Walzkraftverlauf $F_R(z)$ alternativ oder zusätzlich dem Walzenbiegemodell 9 und/oder dem Walzentemperatur- und -verschleißmodell 10 zugeführt werden.

[0023] Figur 3 zeigt einen Längsschnitt durch eine Arbeitswalze 4 sowie einen Schnitt durch das Metallband 1, wobei die Zeichenebene senkrecht zur Walzrichtung x liegt. In der Zeichenebene liegen die Banddickenrichtung y und die Bandbreitenrichtung z , die parallel zur Walzenachse 120 liegt. Da es insbesondere beim Walzen von Warmband mittels einer Walzstraße zum so genannten Schwärmen des Bandes 1 kommt, ändert sich die Lage der Bandmitte 122 innerhalb der Gerüste 3 während des Bandlaufes erheblich. Nur im Ausnahmefall sind also in der Praxis die Walzenmitte 121, die stets senkrecht zur Walzenachse 120 liegt, und die Bandmittenlage 120 nicht zueinander versetzt. Man kann mit Hilfe von Gebern eine Abweichung ΔM der Bandmittenlage 122 von der Walzenmitte 121 ermitteln. Die Abweichung ΔM schwankt während des Walzbetriebs ständig und kann bis zu mehreren Zentimetern betragen. Dies wirkt sich insbesondere auf die Verschleißgrenzen der Arbeitswalzen 4 aus. So weichen die tatsächlichen Verschleißgrenzen 124 (Figur 4) aufgrund des Schwärmens des Bandes erheblich von den Verschleißgrenzen 123 (Figur 4) ab, die man bei einem stets mittig laufenden Band erwarten würde.

[0024] Statt nun davon auszugehen, dass das Band stets mittig bezogen auf die Walzenmitte 121 bzw. die Gerüstmitte verläuft, wird die genaue Bandmittenlage 122, die von einer Messvorrichtung 125 ermittelt wird, an das Modul zur Modellierung der Walzenverformung 7 weitergegeben (vergleiche auch Figur 2). So wird für das Walzenbiegemodell 9 zunächst aus dem aktuellen Bandlagenmesswert 122 und/oder aus Bandlagenmesswerten der Vergangenheit ein Toleranzbereich für die Bandlage des zu walzenden Bandes bestimmt. Das

Walzenbiegemodell 9 wird vorzugsweise mindestens zwei mal für verschiedene Bandlagen aufgerufen. Vorzugsweise wird für die Berechnung der Profil- und Planheitssollwerte, wie auch beispielsweise für die fortlaufende Berechnung von Empfindlichkeiten während des Bandlaufs, entsprechend dem jeweils aktuellen Bandlagenmesswert zwischen den Biegemodellergebnissen interpoliert.

[0025] Dem Walzentemperatur- und -verschleißmodell 10 (Figur 5) wird bei jedem Modellaufruf der aktuelle Bandlagenmesswert zugeführt. Dies erfolgt vorzugsweise zyklisch. Dabei wird vorzugsweise davon ausgegangen, dass die Abweichung der Bandmittenlage ΔM sich zwischen zwei Aufrufen des Walzentemperatur- und -verschleißmodells 10 nur relativ geringfügig ändert.

[0026] Bei der zyklischen Berechnung von Empfindlichkeiten während des Bandlaufs ist zu beachten, dass nicht nur Ergebnisse des Walzentemperatur- und -verschleißmodells 10 sich zeitlich ändern, sondern auch die des Biegemodells 9, wenn sich die Bandmittenlage 122 zeitlich ändert. Ein zyklisches Aufrufen des Biegemodells muss deshalb jedoch nicht zwangsläufig erfolgen.

[0027] Mit Hilfe des Walzentemperatur- und -verschleißmodells 10 werden eine Temperaturkontur und eine Verschleißkontur für alle Walzen für das jeweilige Walzgerüst 3 ermittelt. Da sich die Temperatur und der Verschleiß der Walzen 4, 5 im Laufe der Zeit ändern, muss das Walzentemperatur- und -verschleißmodell 10 immer wieder, insbesondere in regelmäßigen zeitlichen Abständen aufgerufen werden. Der Abstand zwischen zwei Aufrufen liegt üblicherweise in der Größenordnung zwischen einer und zehn Sekunden, zum Beispiel bei drei Sekunden. Dabei wird ein geeignetes Mittelungsverfahren für die gemessene Bandmittenlage ΔM verwendet. Die vom Walzentemperatur- und -verschleißmodell 10 ermittelten Temperatur- und Verschleißkonturen werden gemäß Figur 2 dem Walzenbiegemodell 9 zugeführt.

[0028] Die wesentlichen Eingangsparameter für das Walzentemperatur- und -verschleißmodell 10 sind wie auch in Figur 5 dargestellt, Banddaten, Walzendaten, Kühlungsdaten, die Walzkraft FW sowie die Bandgeschwindigkeit v . Zudem geht auch Information über die Abweichung der Bandmittenlage ΔM in das Walzentemperatur- und -verschleißmodell 10 ein. Mit Hilfe des Walzentemperatur- und -verschleißmodells 10 wird insbesondere die thermische Balligkeit bzw. eine Temperaturkontur ermittelt.

[0029] Dem Walzenbiegemodell 9 werden neben den vom Walzentemperatur- und -verschleißmodell ermittelten Temperatur- und Verschleißkorrekturen auch geometrische Daten der Walzen 4, 5, die Walzkraft FW , eine Rückbiegekraft sowie gegebenenfalls eine Walzenverschiebung zugeführt (vergleiche Figur 6). Außerdem gehen erfindungsgemäß auch Informationen über die Abweichung der Bandmittenlage ΔM in das Walzenbiegemodell 9 ein. Mit Hilfe des Walzenbiegemodells 9 wird

eine Walzenverformung ermittelt, insbesondere also die elastische Walzenbiegekontur.

[0030] Die vom Walzenbiegemodell 9 und die vom Walzentemperatur- und -verschleißmodell 10 ermittelten Konturen werden gemäß Figur 2 dem Sollwertermittler 11 zugeführt. Dem Sollwertermittler 11 werden schließlich noch die Banddickenverläufe ϑ zugeführt. Der Sollwertermittler 11 kann somit für jedes Walzgerüst 3 durch Differenzbildung zwischen dem auslaufseitigen Konturverlauf ϑ einerseits und dem ermittelten Abplattungen und Verformungen der Walzen 4, 5 andererseits ermitteln, welche Restwalzenkontur durch die Profil- und Planheitsstellglieder noch realisiert werden muss.

[0031] Die auslaufseitige Walzspaltkontur der Walzgerüste 3 kann von verschiedenen Aktuatoren bzw. Stellgliedern beeinflusst werden. Beispielhaft seien die Walzenrückbiegung, eine axiale Walzenverschiebung bei CVC-Walzen und eine Längsverdrehung der Arbeitswalzen 4 genannt ("pair crossing"). Auch eine nur lokal wirkende Walzenbeheizung oder -kühlung ist denkbar. Der Sollwertermittler 11 kann Sollwerte für alle diese Stellglieder ermitteln.

Patentansprüche

1. Rechnergestütztes Ermittlungsverfahren für Sollwerte für Profil- und Planheitsstellglieder eines Walzgerüsts (3) mit zumindest Arbeitswalzen (4) zum Walzen von Metallband (1), das sich in einer Bandbreitenrichtung (z) erstreckt,
 - wobei einem Materialflussmodell (18) Eingangsgrößen (ϑ , s) zugeführt werden, die das Metallband (1) vor und nach dem Durchlaufen des Walzgerüsts (3) beschreiben,
 - wobei das Materialflussmodell (18) online zumindest einen Walzkraftverlauf zumindest in der Bandbreitenrichtung (z) ermittelt und einem Walzenverformungsmodell (7) zuführt,
 - wobei dem Walzenverformungsmodell (7) ein aktueller Wert der Bandmittenlage (122) zugeführt wird,
 - wobei das Walzenverformungsmodell (7) unter Heranziehen des Walzkraftverlaufs sich ergebende Walzenverformungen ermittelt und einem Sollwertermittler (11) zuführt und
 - wobei der Sollwertermittler (11) anhand der ermittelten Walzenverformungen und eines auslaufseitigen Soll-Konturverlaufs (ϑ) die Sollwerte für die Profil- und Planheitsstellglieder ermitteln.
2. Ermittlungsverfahren nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der Bandmittenlage (22) zyklisch zugeführt wird.
3. Ermittlungsverfahren nach einem der vorstehenden

Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand von Verschleißkonturen Grenzen für die axiale Verschiebbarkeit der Arbeitswalzen ermittelt werden.

4. Ermittlungsverfahren nach einem der vorstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Walzenbiegemodell (9) ein Schwanungsbereich für die Bandmittenlage (122) des zu walzenden Bandes (1) ermittelt wird.
5. Ermittlungsverfahren nach Patentanspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Walzenbiegemodell (9) bei jeder Sollwertermittlung mindestens zweimal für mindestens zwei verschiedene Werte der Bandmittenlage (22) aufgerufen wird.
6. Ermittlungsverfahren nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den mindestens zwei Werten der Bandmittenlage (122) ein Interpolationsverfahren durchgeführt wird.
7. Steuerrechner (2) zur Ermittlung von Sollwerten für Profil- und Planheitsstellglieder eines Walzgerüsts (3) einer Walzstraße insbesondere gemäß einem Verfahren nach einem der vorstehenden Patentansprüche aufweist,
 - wobei das Walzgerüst mindestens zwei Arbeitswalzen (4) zum Walzen eines Metallbandes (1) aufweist,
 - wobei die Walzstraße mindestens eine Messvorrichtung (125) zur Bestimmung der Bandmittenlage (122) des Metallbandes (1) aufweist,
 - wobei der Steuerrechner (2) eine Vorrichtung zu Sollwertermittlung (11) und ein Modul zur Modellierung der Walzenverformung (7) aufweist,
 - wobei das Modul zur Modellierung der Walzenverformung (7) mindestens ein Modul zur Modellierung der Walzenbiegung (9) und mindestens ein Modul zur Modellierung der Walzentemperatur und des Walzenverschleißes (10) aufweist,
 - wobei das Modul zur Modellierung der Walzenverformung (7) mit der Messvorrichtung (125) gekoppelt ist und
 - wobei das Modul zur Modellierung der Walzenverformung (7) mit der Vorrichtung zu Sollwertermittlung (11) gekoppelt ist.
8. Walzstraße mit einem Steuerrechner (2) nach Patentanspruch 7.

FIG 1

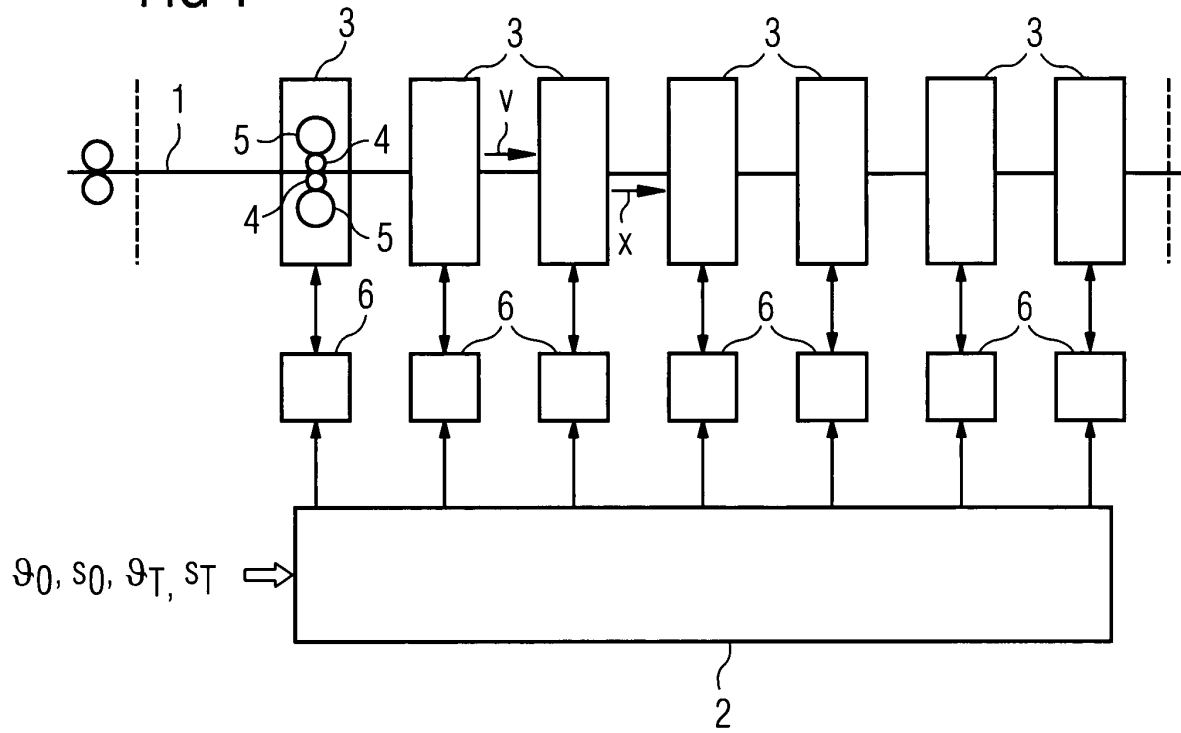


FIG 2

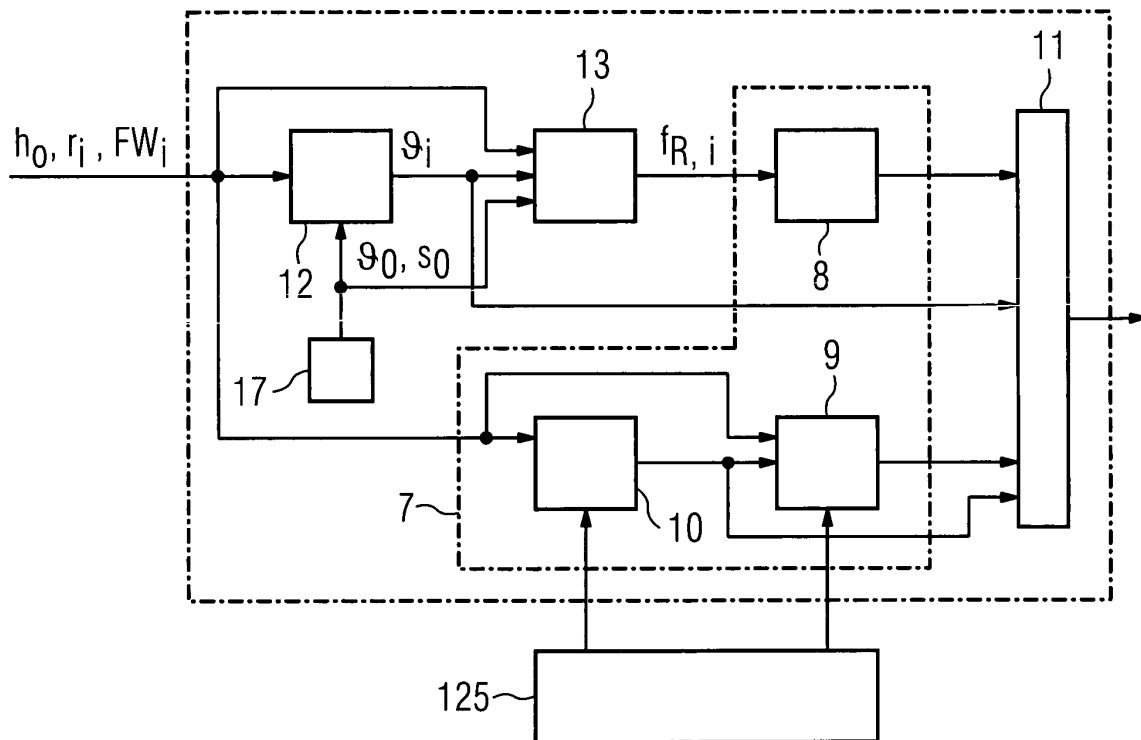


FIG 3

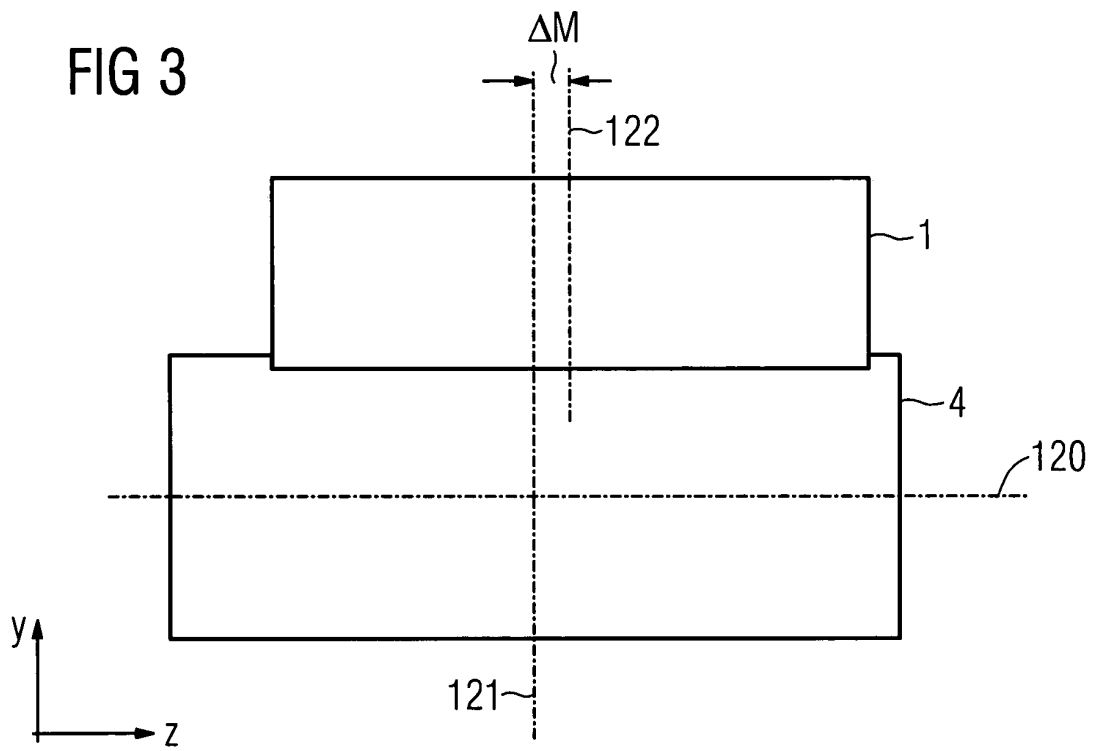


FIG 4

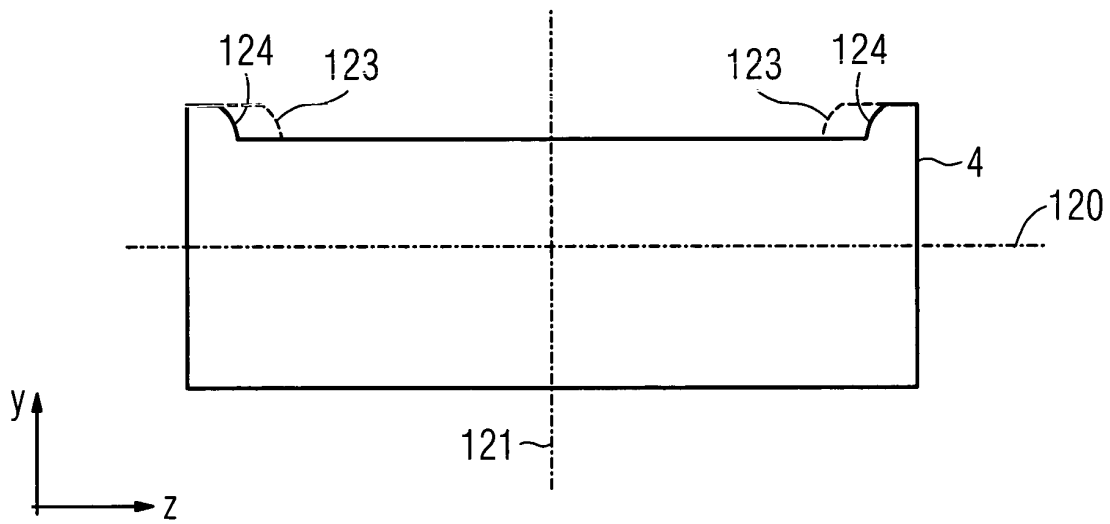


FIG 5

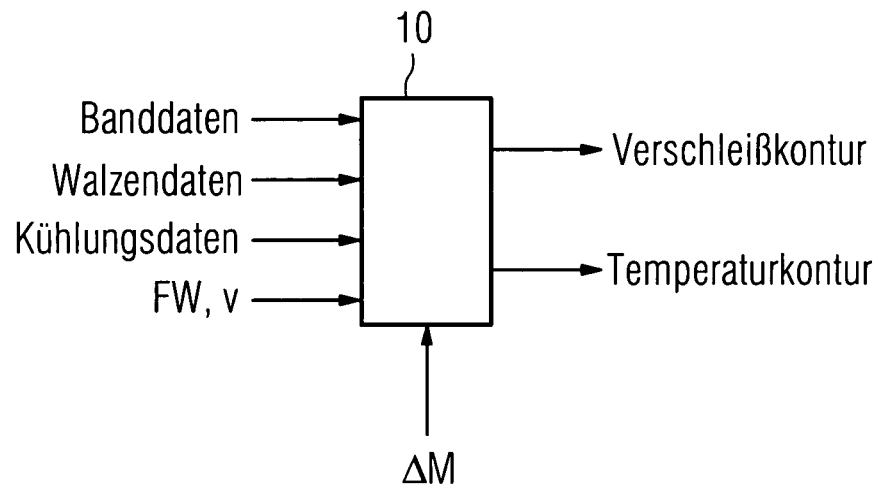


FIG 6

