



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B21B 37/28</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/43755 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. Oktober 1998 (08.10.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00774 (22) Internationales Anmeldedatum: 16. März 1998 (16.03.98) (30) Prioritätsdaten: 197 13 004.6 27. März 1997 (27.03.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BERGHS, Andre [DE/DE]; Egloffsteiner Weg 5, D-91077 Neunkirchen (DE). YUAN, Hao [CN/DE]; Hans-Geiger-Strasse 26, D-91052 Erlangen (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

<p>(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRE-SETTING THE PLANENESS OF A ROLLED STRIP (54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR VOREINSTELLUNG DER PLANHEIT EINES WALZBANDES (57) Abstract The invention relates to a method for pre-setting the roll slit profile of a rolling stand for rolling a rolled strip, whereby the roll slit profile is influenced by control values and the tensile stress distribution is regulated via said roll slit profile. The control values for the roll slit profile are determined by means of a roll slit profile model which calculates the roll slit profile, and the calculated roll slit profile or an equivalent value is combined, especially by addition or multiplication, with a correction value (k) to give a corrected calculated roll slit profile (c_{sum}) so that the roll slit profile model (5) is adjusted to suit or adapted to the actual roll slit profile (c_{actual}) of the rolling stand (1) by means of the correction value (k). (57) Zusammenfassung Verfahren zur Voreinstellung des Walzspaltprofils eines Walzgerüsts zum Walzen eines Walzbandes, bei dem das Walzspaltprofil durch Stellwerte für das Walzspaltprofil beeinflusst wird und bei dem die Zugspannungsverteilung über das Walzspaltprofil eingestellt wird, wobei die Stellwerte für das Walzspaltprofil mittels eines Walzspaltprofilmodells, das das Walzspaltprofil berechnet, ermittelt werden, wobei das errechnete Walzspaltprofil oder eine äquivalente Größe, insbesondere additiv oder multiplikativ, mit einem Korrekturwert (k) zu einem korrigierten errechneten Walzspaltprofil (c_{sum}) verknüpft wird, so daß das Walzspaltprofilmodell (5) mittels des Korrekturwertes (k) an das tatsächliche Walzspaltprofil (c_{actual}) des Walzgerüsts (1) angepaßt bzw. adaptiert wird.</p>	
---	--

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zur Voreinstellung der Planheit eines Walzbandes

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Einrichtung zur Voreinstellung der Planheit eines Walzbandes durch Voreinstellung des Walzspaltprofils eines Walzgerüstes zum Walzen eines Walzbandes, bei dem das Walzspaltprofil durch
10 Stellwerte für das Walzspaltprofil beeinflußt wird und bei dem die Zugspannungsverteilung über das Walzspaltprofil eingestellt wird, wobei die Stellwerte für das Walzspaltprofil mittels eines Walzspaltprofilmodells, daß das Walzspaltprofil berechnet, ermittelt werden.

15

Zur Vermeidung von Unplanheiten beim Walzen, insbesondere beim Kaltwalzen, muß Einflüssen, die das benötigte Walzspaltprofil der Walzen stören, durch entsprechendes Einstellen der Planheitsstellglieder entgegengewirkt werden. Bis die dazu
20 verwendete Planheitsregelung sich eingeregelt hat, wird ein Walzprodukt minderer Qualität, das sogenannte Abmaß, erzeugt. Um dieses Abmaß möglichst gering zu halten und den Walzbetrieb sicherer zu gestalten, ist es Aufgabe der Erfindung, die Walzstraße derart einzustellen, daß das Walzband von Anfang an die richtige Planheit aufweist. Dazu wird eine Voreinstellungsfunktion benötigt. Diese soll beim Stichbeginn, d.h. bei Einlauf des zu walzenden Bandes, den einzustellenden Summencrown, d.h. das Walzspaltprofil, möglichst genau voraus
25 ermitteln und die Planheitsstellglieder entsprechend einstellen.
30 len.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. eine Einrichtung gemäß Anspruch 13 gelöst. Dabei werden bei einem Verfahren bzw. einer Einrichtung zur
35 Voreinstellung des Walzspaltprofils eines Walzgerüstes zum

Stellwerte für das Walzspaltprofil beeinflusst wird, und bei dem die Zugspannungsverteilung über das Walzspaltprofil beeinflusst wird, die Stellwerte für das Walzspaltprofil mittels eines Walzspaltprofilmodells, daß das Walzspaltprofil berechnet, ermittelt, wobei das errechnete Walzspaltprofil oder eine äquivalente Größe mit einem Korrekturwert zu einem korrigierten errechneten Walzspaltprofil verknüpft wird, und wobei das Walzspaltprofilmodell mittels des Korrekturwertes an das tatsächliche Walzspaltprofil des Walzgerüstes angepaßt bzw. adaptiert wird. Es hat sich gezeigt, daß mittels dieses Verfahrens eine besonders präzise Voreinstellung des Walzspaltprofils erreicht wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung werden das korrigierte errechnete Walzspaltprofil und das tatsächliche Walzspaltprofil miteinander verglichen und auf der Basis dieses Vergleichs, insbesondere mittels Wichtung mit einer Lernfunktion, ein neuer, aktualisierter Korrekturwert ermittelt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das tatsächliche Walzspaltprofil aus, insbesondere gemessenen, Werten für die Zugspannungsverteilung ermittelt. Die Bestimmung des tatsächlichen Walzspaltprofils aus der Zugspannungsverteilung ist ein besonders geeignetes Verfahren zur Bestimmung des Walzspaltprofils.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird bei Einlauf des Walzbandes das Walzspaltprofil zunächst gemäß der Stellwerte für das Walzspaltprofil, die mittels des Walzspaltprofilmodells berechnet werden, eingestellt und das Walzspaltprofil danach gemäß Stellwerten für das Walzspaltprofil, die mittels einer Planheitsregelung berechnet werden, eingestellt. Dabei übernimmt die Planheitsregelung die Einstellung der Stellwerte vorteilhafterweise nach Vorliegen von Meßwerten für die Zugspannungsverteilung bzw. nach Einrege-

lung der Planheitsregelung. Während das Walzspaltprofil durch die Planheitsregelung eingestellt wird, wird der Korrekturfaktor für das Walzspaltprofilmodell neu berechnet. Dabei werden vorteilhafterweise dieselben Meßwerte für die Zugspannungsverteilung wie für die Planheitsregelung verwendet. Auf diese Weise kann das Walzspaltprofilmodell ohne zusätzliche Meßwerte korrigiert werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß viele Meßwerte für die Korrektur des Walzspaltprofilmodells zur Verfügung stehen, so daß eine besonders gute Korrektur des Walzspaltprofilmodells erreicht wird.

Weitere Vorteile und erfinderische Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, anhand der Zeichnungen und in Verbindung mit den Unteransprüchen. Im einzelnen zeigen:

FIG 1 den funktionalen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Voreinstellung des Walzspaltprofils

FIG 2 eine Planheitsregelung.

20

FIG 1 zeigt den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Voreinstellung des Walzspaltprofils. Bei Einlauf eines Walzbandes in das Walzgerüst 1 wird das Walzspaltprofil zunächst gemäß der Stellwerte C_{actuator} für das Walzspaltprofil eingestellt. Die Stellwerte C_{actuator} werden mittels des Walzspaltprofilmodells 5 in Abhängigkeit des vorgegebenen Bandprofils c_p und von Sollwerten $\Delta\sigma^*$ für die Zugspannungsverteilung ermittelt. Um eine besonders präzise Voreinstellung des Walzspaltprofils zu erreichen, wird das Walzspaltprofilmodell 5 an das tatsächliche Walzspaltprofil angepaßt. Dazu wird zunächst die Zugspannungsverteilung $\Delta\sigma$ gemessen. Aus der Zugspannungsverteilung $\Delta\sigma$ wird mittels einer Bandprofilermittlung 2 das aktuelle Bandprofil c_{actual} ermittelt. Dieses wird mittels eines Vergleichers 3 mit einem korrigierten errechneten

30

Walzspaltprofil c_{sum} verglichen, das mittels des Walzspaltprofils 5 ermittelt wird. Auftragsgröße des Vergleichers 3 ist ein Wert $\Delta\sigma$, der ein Maß dafür darstellt, wie ein Korrekturwert k zur Anpassung des Walzspaltprofilmodells 5 an das tatsächliche Walzspaltprofil angepaßt wird. Die Anpassung des Korrekturwerts k erfolgt mittels einer Korrekturwertermittlung 4.

Die in FIG 1 gestrichelt dargestellten Datenflüsse, d.h. c_p , $\Delta\sigma^*$ und c_{actuator} beziehen sich auf die Voreinstellung des Walzgerüsts 1. Die durchgezogen dargestellten Datenflüsse, d.h. die Datenflüsse für $\Delta\sigma$, c_{actual} , c_{sum} , Δk und k beziehen sich auf die Adaption des Walzspaltprofilmodells 5. Dieses Training findet vorteilhafterweise dann statt, wenn das Walzspaltprofil geregelt wird. Eine solche Regelung zeigt FIG 2. Dabei bezeichnet Bezugszeichen 6 ein Walzgerüst, dessen Walzspaltprofil gemäß Stellwerten $c_{\text{actuator,control}}$ mittels einer Planheitsregelung 7 in Abhängigkeit der Zugspannungsverteilung $\Delta\sigma$ und der Sollzugspannungsverteilung $\Delta\sigma^*$ eingestellt wird.

Die funktionalen Abläufe gemäß FIG 1 und FIG 2 werden im folgenden in detaillierterer Form erläutert.

Aufgabe der Planheitsregelung ist es, alle Stellglieder, die einen Einfluß auf das Walzspaltprofil haben, so einzustellen, daß die der geforderten Sollkurve entsprechende Bandspannungsverteilung über die Bandbreite möglichst gut erreicht wird. Dabei sind die unterschiedlichen Einflußfaktoren, sogenannte Stellgliedwirksamkeiten, der einzelnen Stellglieder auf das Walzspaltprofil zu beachten.

Neben den Stellgliedern gibt es eine Reihe weiterer Einflußgrößen, deren Wirkung am Walzspalt durch die Stellglieder kompensiert werden muß. Diese Einflüsse sind

- 5 - der mechanische Crown C_m , d.h. der mechanische Ballen durch Walzenschliff
- der Verschleißcrown C_w , d.h. der Walzenabrieb
- der Temperaturcrown C_t , d.h. die Verformung der Walzen durch Änderung des thermischen Zustandes
- 10 - der Crown C_{fr} des Walzensatzes infolge der Walzkraft, d.h. die Durchbiegung der Walzen infolge der an den Stützwalzen angreifenden Walzkraft
- das vorgegebene Bandprofil C_p , d.h. die Bandquerschnittsform des Warmbandes

15

Diese können zum Teil nur näherungsweise bestimmt werden. Die Summe dieser Werte unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Vorzeichen wegen der Wirkungsrichtung im Walzspalt addiert um einen oder multipliziert mit einem Korrekturwert k

20 ergibt das erfindungsgemäß verwendete Crownmodell. Grundsätzlich gilt, daß sich alle Anteile im Walzspalt additiv überlagern, entsprechend ergibt sich der modellierte Walzspalt C_{sum} aus

$$C_{mod} = -C_m + C_w - C_t + C_{fr} + C_p + k.$$

25

Dabei ist

- der mechanische Crown c_m (Walzenschliff) konstant zwischen 2 Walzenwechsel
- der Verschleißcrown c_w (Walzenabrieb) abhängig von der
- 30 gewalzten Bandlänge und der Walzkraft
- der Temperaturcrown c_t (Verformung durch Änderung des thermischen Zustandes) zeitabhängig
- der Crown c_{fr} des Walzensatzes infolge der Walzkraft (Verformung durch an den Stützwalzen angreifende Walzkraft)
- 35 zeitabhängig

- das vorgegebene Bandprofil c_p (Bandquerschnittsform des Warmbandes)

Aus den näherungsweise ermittelten Systemeinflüssen und der Sollkurve kann ein Näherungswert $c_{sum,ps}$ für den voreinzustellenden Crown berechnet werden. Dieser wird im folgenden Summencrown bezeichnet.

$$c_{sum} = c_{sp} + c_{mod}$$

$$= c_{sp} - c_m + c_w - c_t + c_{fr} + c_p + k$$

wobei c_{sp} der Crown aus der Sollkurve ist. Er stellt die gewünschte Bandspannungsverteilung dar. Die Sollkurve enthält dabei nicht die Bundformkorrektur, d.h. $c_{sp} = f(\Delta\sigma^*)$.

c_{sum} wird als Voreinstellungswert $c_{actuator}$ zum Einstellen der Planheitsstellglieder verwendet. Diese Stellgröße ist dieselbe, die bei aktiver Regelung für diese Aufgabe eingesetzt wird.

Mit $c_{actuator}$ werden die Stellwerte für die Planheitsstellglieder bestimmt. Dabei gelten die Zusammenhänge der Form:

$$c_{actuator} = ef_{1,ps} * sp_{1,ps} + ef_{2,ps} * sp_{2,ps} + \dots + ef_{n,ps} * sp_{n,ps}$$

wobei

- $ef_{i,ps}$ die Wirksamkeitsfaktoren der Stellglieder zum Zeitpunkt der Voreinstellung. Diese sind aus den aktuellen Bunddaten zu ermitteln
- $sp_{i,ps}$ die voreinzustellenden Stellwerte sind.

Ein $c_{actuator}$ kann bei $i > 1$ durch unendlich viele Stellwertkombinationen erzielt werden.

Für das Finden geeigneter Stellwertkombinationen zur Erreichung von C_{actuator} werden deshalb Algorithmen verwendet, die mit zweckmäßigen Strategien die Stellwertkombinationen ergeben. Dabei wird das schnelle Stellglied für Biegen so auf einen positiven Wert gesetzt, daß dieses Stellglied sowohl in
 5 Richtung positiver, vor allem aber in Richtung negativer Biegung genügend Regelreserve besitzt. Nur wenn der einzustellende Crown, d. h. das Walzspaltprofil, so nicht erreicht werden kann, wird dieser Wert verlassen.

10

Ähnlich wie bei der Voreinstellung des einzustellenden Crowns kann während des Walzbetriebes der Istcrown als Summencrown berechnet werden. Dieser ist nun abhängig von der Zeit t und vom thermischen Zustand des Gerüsts:

15

$$C_{\text{sum}}(t) = C_{\text{sp}}(t) + C_{\text{mod}}(t) \\ = C_{\text{sp}}(t) - C_m + C_w(t) + C_t(t) + C_{\text{fr}}(t) + C_p + k(t)$$

Dabei sind

- 20 C_m der mechanische Crown (der Walzenschliff), konstant zwischen 2 Walzenwechsel
- $C_w(t)$ der Verschleißcrown (der Walzenabrieb), abhängig von der gewalzten Bandlänge und der Walzkraft
- $C_t(t)$ der Temperaturcrown (Verformung durch Änderung des
 25 thermischen Zustandes), zeitabhängig
- $C_{\text{fr}}(t)$ der Crown des Walzensatzes infolge der Walzkraft (Verformung durch die an den Stützwalzen angreifende Walzkraft), zeitabhängig
- C_p das vorgegebene Bandprofil (Bandquerschnittsform
 30 des Warmbandes), konstant während eines Sticks
- $k(t)$ der bisherige Korrekturwert

Bei aktiver Regelung werden die Stellglieder durch den Planheitsregler ständig nachoptimiert. Die jeweils aktuellen

Stellwerte $sp_i(t)$ sind bekannt. Daraus läßt sich mit der Beziehung

$$C_{\text{actuator}}(t) = ef_1 (cd * sp_1(t) + ef_2 (cd) * sp_2(t) + \dots + ef_n (cd) * sp_n(t))$$

- 5 der aktuell durch den Regler eingestellte Summencrown $C_{\text{actuator}}(t)$ ermitteln.

Der tatsächliche Walzspaltcrown wird über die augenblicklich vorliegende Bandspannungsverteilung ermittelt, die von einem
10 Spannungsmessgerät ständig gemessen wird. Die Formel für die Ermittlung aus der Bandspannungsverteilung ist:

$$C_{\text{actual}}(x) = \Delta\sigma(x) * \frac{h_{\text{strip}}}{E} + C_p(x)$$

Dabei ist

- 15 x die Position eines Spannungsmesspunkts über die Bandbreite gesehen
- $\Delta\sigma(x)$ Bandspannungsabweichung an der Stelle x der Bandbreite zum Zugspannungsmittelwert
- h_{strip} Banddicke
- 20 E E-Modul des Bandmaterials

Somit steht der Istcrown als Vektor C_{actual} zur Verfügung.

Der mit dem Summencrown ermittelte Wert kann nun mit dem Istcrown verglichen werden. Man erhält dadurch den Fehler im Modellcrown.

25 $\Delta k = C_{\text{actual}}(t) - C_{\text{sum}}(t)$

Der in $C_{\text{sum}}(t)$ enthaltene Korrekturwert k kann somit optimiert werden. Um von Meßfehlern möglichst unabhängige, zuverlässige Werte für k zu erhalten, wird k mit Hilfe eines integralen Reglers langsam gelernt:

30

$$k = k + V_{\text{LEARN}} * \Delta k$$

V_{LEARN} ist dabei der Einstellparameter für die Lerngeschwindigkeit. V_{LEARN} ist vorteilhafterweise 0,01 bis 0,1.

Das Lernen des Korrekturwertes wird bei aktiver Regelung z.B.
5 etwa alle 10 Sekunden durchgeführt.

Der Korrekturwert k fällt in Abhängigkeit von den Bund- und Gerüstdaten wie Banddicke, Bandbreite, Arbeitswalzendurchmesser und Walzkraft deutlich unterschiedlich aus. Da die genau-
10 en funktionalen Beziehungen aber nicht bekannt sind, muß $k(t)$ für eine Reihe einzelner, fester Stützwerte gelernt werden, für Werte zwischen diesen gelernten Werten ist zu interpolieren.

15 Umgekehrt ist für Zwischenwerte der Korrekturwert $k(t)$ für die nächstliegenden Stützwerte zu lernen. Dies muß mit einer Gewichtung entsprechend der Entfernung vom Zwischenwert zum Stützwert erfolgen. Es ist also sowohl beim Lernen wie auch bei der Abfrage zu interpolieren.

20 Die dargestellten Zusammenhänge, Variablen und Formeln beziehen sich jeweils auf eine Position x über die Breite des Metallbandes, sind also eine Funktion $f(x)$. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in der Regel die ausdrückliche Bezugnahme auf x in der Beschreibung und in den Patentansprüchen
25 nicht erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Voreinstellung des Walzspaltprofils eines
Walzgerüstes zum Walzen eines Walzbandes, bei dem das Walz-
5 spaltprofil durch Stellwerte für das Walzspaltprofil beein-
flußt wird und bei dem die Zugspannungsverteilung über das
Walzspaltprofil eingestellt wird, wobei die Stellwerte für
das Walzspaltprofil mittels eines Walzspaltprofilmodells, das
das Walzspaltprofil berechnet, ermittelt werden,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das errechnete Walzspaltprofil oder eine äquivalente Grö-
ße, insbesondere additiv oder multiplikativ, mit einem Kor-
rekturwert (k) zu einem korrigierten errechneten Walzspalt-
profil (c_{sum}) verknüpft wird, so daß das Walzspaltprofilmodell
15 (5) mittels des Korrekturwertes (k) an das tatsächliche Walz-
spaltprofil (c_{actual}) des Walzgerüstes (1) angepaßt bzw. adap-
tiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das korrigierte errechnete Walzspaltprofil (c_{sum}) und das
tatsächliche Walzspaltprofil (c_{actual}) miteinander verglichen
werden und daß auf der Basis dieses Vergleichs, insbesondere
mittels Wichtung mit einer Lernfunktion, ein neuer, aktuali-
25 sierter Korrekturwert (k) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das tatsächliche Walzspaltprofil (c_{actual}) aus, insbesonde-
30 re gemessenen, Werten für die Zugspannungsverteilung ($\Delta\sigma$)
ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß bei Einlauf des Walzbandes das Walzspaltprofil zunächst mittels der Stellwerte (C_{actuator}) für das Walzspaltprofil, die mittels des Walzspaltprofilmodells (5) berechnet werden, eingestellt wird und daß das Walzspaltprofil danach mittels

5 Stellwerten ($C_{\text{actuator,control}}$) für das Walzspaltprofil, die mittels einer Planheitsregelung (7) berechnet werden, eingestellt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Walzspaltprofil nach Ermittlung von, insbesondere nach Messung von, Werten für die Zugspannungsverteilung ($\Delta\sigma$) bzw nach Einregelung der Walzspaltregelung gemäß Stellwerten ($C_{\text{actuator,control}}$) für das Walzspaltprofil, die mittels eines

15 Walzspaltprofilreglers (7) berechnet werden, eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 daß der neue, aktualisierte Korrekturwert (k) ermittelt wird, während das Walzspaltprofil gemäß Stellwerten ($C_{\text{actuator,control}}$) für das Walzspaltprofil, die mittels einer Walzspaltprofilregelung (7) berechnet werden, eingestellt wird.

25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Ermittlung der Stellwerte (C_{actuator}) für das Walzspaltprofil in Abhängigkeit von Sollwerten ($\Delta\sigma^*$) für die Zugspannungsverteilung erfolgt.

30

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die Ermittlung der Stellwerte (c_{actuator}) für das Walzspaltprofil in Abhängigkeit des vorgegebenen Bandprofils (c_p) des Walzbandes erfolgt.

- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß korrigierte errechnete Walzspaltprofile (c_{sum}) als Stellwert (c_{actuator}) für das Walzspaltprofil verwendet wird.
- 10 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß es für komplexe Walzgerüste mit mehr als vier Walzen, insbesondere für Quarto-Sexto-Walzgerüste und 20 Rollen-Walzgerüste, verwendet wird.
- 15 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß das Walzspaltprofilmodell (5) zumindest eine der Einflußgrößen Walzenschliff (c_m), d.h. den sogenannten mechanischen
20 Crown, den Walzenabrieb (c_w), d.h. den sogenannten Verschleißcrown, die Verformung des Walzspaltes durch Temperaturänderung, d.h. den sogenannten Temperaturcrown (c_t), der Verformung (c_{fr}) durch die an den Stützwalzen angreifende
Walzkraft, d.h. den sogenannten Crown des Walzspaltes, so-
25 wie das vorgegebene Bandprofil (c_p), d.h. die Bandquerschnittsform des in das Walzgerüst einlaufenden Walzbandes, aufweist.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Ermittlung des korrigierten errechneten Walzspaltprofils (c_{sum}) gemäß dem Zusammenhang
- $$C_{\text{sum}} = C_p - (-C_m + C_w - C_t + C_{fr} + k)$$
- 35 erfolgt, wobei

	c_m	der mechanische Crown, d.h. der Walzenschliff,
	c_w	der Verschleißcrown, d.h. der Walzenabrieb,
	c_t	der Temperaturcrown d.h. die Verformung durch Änderung des thermischen Zustandes,
5	c_{fr}	der Crown des Walzensatzes infolge der Walzkraft, d.h. die Verformung durch die an den Stützwalzen angreifende Walzkraft,
	c_p	das gewünschte Bandprofil,
	k	der Korrekturwert
10	ist.	

13. Einrichtung zur Voreinstellung des Walzspaltprofils eines Walzgerüstes zum Walzen eines Walzbandes, bei dem das Walzspaltprofil durch Stellwerte für das Walzspaltprofil beeinflusst wird und bei dem die Zugspannungsverteilung über das Walzspaltprofil eingestellt wird, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Stellwerte für das Walzspaltprofil mittels eines Walzspaltprofilmodells, das das Walzspaltprofil berechnet, ermittelt werden, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Einrichtung zur Voreinstellung des Walzspaltprofils eine Recheneinrichtung aufweist, die das errechnete Walzspaltprofil oder eine äquivalente Größe, insbesondere additiv oder multiplikativ, mit einem Korrekturwert (k) zu einem korrigierten errechneten Walzspaltprofil (c_{sum}) verknüpfend ausgebildet ist, so daß das Walzspaltprofilmodell (5) mittels des Korrekturwertes (k) an das tatsächliche Walzspaltprofil (c_{actual}) des Walzgerüstes (1) angepaßt bzw. adaptiert wird.

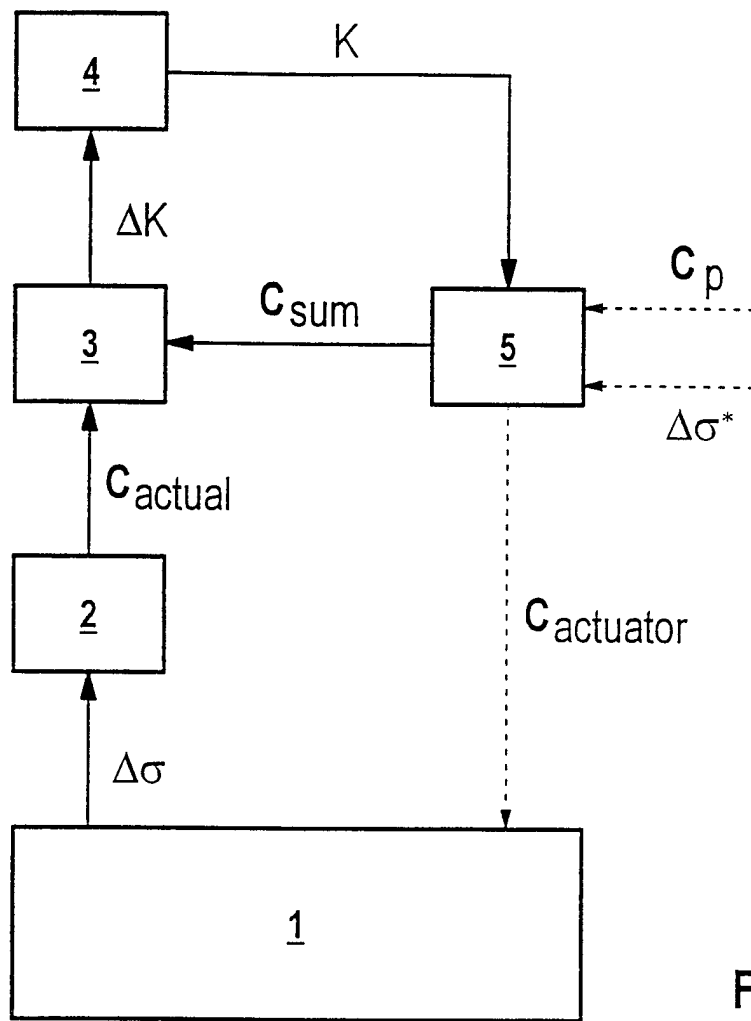


FIG 1

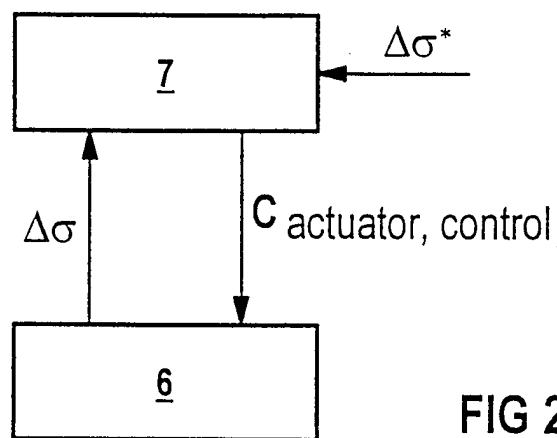


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/00774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B21B37/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 044 (M-560), 10 February 1987 & JP 61 209708 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; OTHERS: 01), 18 September 1986	1, 8, 9, 13
A	see abstract	2, 4, 6
Y	DE 43 38 615 A (SIEMENS AG) 18 May 1995 see claims; figures	1, 8, 9, 13
A	DE 195 03 363 A (SIEMENS AG) 7 September 1995 see abstract; figures 5, 6	1, 3, 5, 11-13
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 September 1998

Date of mailing of the international search report

17/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Plastiras, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/00774

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 467 (M-1317), 29 September 1992 & JP 04 167908 A (TOSHIBA CORP), 16 June 1992 see abstract ---	1,10,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 012, 26 December 1996 & JP 08 197120 A (KAWASAKI STEEL CORP), 6 August 1996 see abstract ---	1,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 613 (M-1709), 22 November 1994 & JP 06 238311 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 30 August 1994 see abstract ---	1,13
A	AUZINGER D ET AL: "NEUE ENTWICKLUNGEN BEI PROZESSMODELLEN FUER WERMBREITBANDSTRASSEN" STAHL UND EISEN, vol. 116, no. 7, 15 July 1996, pages 59-65, 131, XP000629440 see page 59, right-hand column, line 1 - page 61, left-hand column, line 27; figures 1,2 ---	1,11-13
A	EP 0 460 892 A (HITACHI LTD) 11 December 1991 see abstract; claim 38; figures 39-41 -----	1,10,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/00774

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4338615 A	18-05-1995	JP 7191713 A US 5608842 A	28-07-1995 04-03-1997
DE 19503363 A	07-09-1995	NONE	
EP 0460892 A	11-12-1991	JP 4070906 A JP 2624880 B JP 4090004 A DE 69121789 D DE 69121789 T JP 4127908 A US 5541832 A US 5430642 A	05-03-1992 25-06-1997 24-03-1992 10-10-1996 03-04-1997 28-04-1992 30-07-1996 04-07-1995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 B21B37/28		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 B21B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 044 (M-560), 10. Februar 1987 & JP 61 209708 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; OTHERS: 01), 18. September 1986	1, 8, 9, 13
A	siehe Zusammenfassung ---	2, 4, 6
Y	DE 43 38 615 A (SIEMENS AG) 18. Mai 1995 siehe Ansprüche; Abbildungen ---	1, 8, 9, 13
A	DE 195 03 363 A (SIEMENS AG) 7. September 1995 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 5, 6 ---	1, 3, 5, 11-13
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 10. September 1998		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 17/09/1998
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Plastiras, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 467 (M-1317), 29. September 1992 & JP 04 167908 A (TOSHIBA CORP), 16. Juni 1992 siehe Zusammenfassung ---	1,10,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 012, 26. Dezember 1996 & JP 08 197120 A (KAWASAKI STEEL CORP), 6. August 1996 siehe Zusammenfassung ---	1,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 613 (M-1709), 22. November 1994 & JP 06 238311 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 30. August 1994 siehe Zusammenfassung ---	1,13
A	AUZINGER D ET AL: "NEUE ENTWICKLUNGEN BEI PROZESSMODELLEN FUER WERMBREITBANDSTRASSEN" STAHL UND EISEN, Bd. 116, Nr. 7, 15. Juli 1996, Seiten 59-65, 131, XP000629440 siehe Seite 59, rechte Spalte, Zeile 1 - Seite 61, linke Spalte, Zeile 27; Abbildungen 1,2 ---	1,11-13
A	EP 0 460 892 A (HITACHI LTD) 11. Dezember 1991 siehe Zusammenfassung; Anspruch 38; Abbildungen 39-41 -----	1,10,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00774

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4338615 A	18-05-1995	JP 7191713 A US 5608842 A	28-07-1995 04-03-1997
DE 19503363 A	07-09-1995	KEINE	
EP 0460892 A	11-12-1991	JP 4070906 A JP 2624880 B JP 4090004 A DE 69121789 D DE 69121789 T JP 4127908 A US 5541832 A US 5430642 A	05-03-1992 25-06-1997 24-03-1992 10-10-1996 03-04-1997 28-04-1992 30-07-1996 04-07-1995