(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 498 194 A1

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION
published in accordance with Art. 158(3) EPC

(43) Veröffentlichungstag:
19.01.2005 Patentblatt 2005/03

(21) Anmeldenummer: **03717829.0**

(22) Anmeldetag: **19.03.2003**

(51) Int Cl.[7]: **B21B 37/46**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/RU2003/000102

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/080265 (02.10.2003 Gazette 2003/40)

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

(30) Priorität: **22.03.2002 RU 2002107152**

(71) Anmelder: **"SLOT", Ltd.**
Volgogradskaya obl. 162606 (RU)

(72) Erfinder:
- **Burkov, Vladimir Vasilyevich**
  Volgogradskaya obl., 162601 (RU)
- **Yunger, Igor Borisovich**
  St. Petersburg 194356 (RU)

(74) Vertreter: **Engel, Christoph Klaus**
Engel & Weihrauch,
Patent- und Rechtsanwälte,
Marktplatz 6
98527 Suhl/Thüringen (DE)

(54) VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG DES GESCHWINDIGKEITSMODUS FÜR EINE KONTINUIERLICHE WARMWALZSTRASSE MIT MINDESTSPANNUNG IN DEM RAUM ZWISCHEN WALZGERÜSTEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Walzbetriebautomation und ist für die Regelung der Zwischengerüstspannungen in kontinuierlichen Warmwalzstraßen bestimmt. Die Erfindung gestattet die Eingabe eines vereinbarten Geschwindigkeitsregimes für die Erhaltung der höheren Dimensionengenauigkeit über die ganze Rohrblechlänge, die Erweiterung der Funktionsfähigkeit, die Erhöhung der Technologieprozessqualität und auch die Erzeugung des Walzgutes mit höchster Genauigkeit. Das erfindungsgemäße Verfahren besteht darin, dass eine Messung der Prozessparameter und Antriebsmomentenregelung nacheinander über die Gerüstgruppen verwirklicht werden, wobei jede Gruppe aus drei nacheinanderstehenden Gerüsten besteht. Die Regelung wird in 4 Etappen ausgeführt. In der ersten Etappe ab dem Rohblecheinlauf in das erste Gerüst und bis zum Rohblecheinlauf in das zweite Gerüst wird ein Signal für den gespeicherten Momentenwert der statischen Belastung und für das Geschwindigkeitsregime der Antriebe des ersten Gerüstes formiert. In der zweiten Etappe ab dem Rohblecheinlauf in das zweiten Gerüst und bis zum Rohblecheinlauf in das dritte Gerüst wird ein Signal für die Geschwindigkeitsregimeänderung des ersten vorgehenden Gerüstes formiert, wenn sich ein Geschwindigkeitsregime vom Referenzregime, für welches ein Mindestmoment der ersten Etappe dient, unterscheidet. In der dritten Etappe ab dem Rohblecheinlauf in das dritte Gerüst berechnet man ein Verhältnis zwischen einem Moment der gespeicherten statischen Antriebsbelastung des ersten Gerüstes und dem laufenden Moment der Antriebe des dritten Gerüstes. Daraufhin formiert man ein Signal, das ein Unterschied zwischen gezeigten Werten bestimmt, und verwirklicht man eine ununterbrochene Regelung des Antriebsgeschwindigkeitsregimes des ersten Gerüstes. In der vierten Etappe, die ab dem Rohblechauslauf vom ersten Gerüst beginnt, schaltet man eine ununterbrochene Regelung des Antriebsgeschwindigkeitsregimes des ersten Gerüstes und zweites Gerüstes ab, und speichert man ein in der dritten Etappe formiertes Signal. Dabei erhält man ein Verhältnis dieses Signals mithilfe der Proportionalregelung zwischen erstem Gerüst und zweitem Gerüst für die Regelung des Antriebsgeschwindigkeitsregimes beim Einlauf des nächsten Rohbleches in gegebener Gerüstgruppe.

EP 1 498 194 A1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Walzbetriebautomation und ist für die Regelung der Zwischengerüstespannungen in den kontinuierlichen Warmwalzstraßen bestimmt.

Stand der Technik

[0002] Bekannt ist die Einstellungsweise des Walzschnellregimes für Mindestspannungssystemausführung in Warmwalzstraßen, welche die Parametermessung des Walzprozesses und Strömeregelung der Gerüsteantriebe laut den vorhandenen Signalen nach den Walzprozessparametern umfasst (Anmeldung DE 4220121 am 05.01.1994 veröffentlicht). In der bekannten Weise wird vorgeschlagen, den Spannungswahrheitswert nicht über die ganze Rohblechlänge im Hinblick auf Unbeständigkeit zu bestimmen, sondern die Verhältniswerte des statischen Belastungsstroms des ersten Gerüstes seit einem Zeitpunkt des Rohblecheinlaufes in das erste Gerüst bis zum Zeitpunkt des Rohblecheinlaufes in das zweite Gerüst zu registrieren. Ein Zeitpunkt des Rohblecheinlaufes in das zweiten Gerüst definiert eine Anzahl der registrierten Belastungsstromwerte. Beim Durchgang des Walzgutes durch die Walzgerüste werden die gespeicherten Belastungsstrombedeutungen des ersten Gerüstes für folgerichtige Geschwindigkeitsberichtigung der Antriebe der nachfolgenden Gerüste gleichzeitig mit dem Walzgutdurchgang benutzt. Da sich das Temperaturprofil wegen der Metallausbreitung in den Gerüstewalzen ändert, kann diese Einrichtung nur bei der Benutzung eines zusätzlichen Rechenmodells funktionieren, das den Änderungseffekt des Temperaturprofils des Rohbleches längs der Walzstraße wegen der Metallausbreitung in den Gerüstewalzen berücksichtigt. Da sich die Prozessphysik mathematisch effektiv nicht beschreiben lässt, wird in der Praxis anstatt des Modells eine Bildung von gespeicherten Durchschnittswerten verwirklicht. Der berechnete Verhältniswert des Belastungsstroms beim Walzen im ersten Gerüst wird als Signal für die Eingabe der Geschwindigkeitsregelung des zweiten Gerüstes verwendet. Beim Metalleinlauf in das zweite Gerüst wird der Antriebsstromwert des zweiten Gerüstes mit dem Verhältniswert des statischen Belastungsstromes des ersten Gerüstes multipliziert. Auf diese Weise wird die Antriebgeschwindigkeitseinstellung des zweiten Gerüstes tatsächlich durch die Differenz des Produkts und des laufenden Wertes des statischen Stromes des zweiten Gerüstes definiert. Für die Geschwindigkeitseinstellung des dritten Gerüstes und nachfolgender Gerüste wird der oben erwähnte Einstellungsalgorithmus wiederholt, wobei darauf ein registrierter Verhältniswert des statischen Belastungsstromes des ersten Gerüstes angewendet wird.

[0003] Die Längskräfteanwesenheit im Rohblech zwischen Nebengerüsten in den kontinuierlichen Warmwalzstraßen ergibt sich infolge dessen, dass das richtige Geschwindigkeitsverhältnis der Propulsionsantriebe nicht eingeführt und/oder nicht aufrechterhalten ist. Dies führt dazu, dass das Walzgut den nicht kontrollierten Umformungen unterzogen wird und der technologische Prozess nicht stabil ist und Störungsgefahr bzw. Bohrbeginn oder Ausrüstungspanne besteht.
Wegen der hohen Staubkonzentration, erhöhter Temperaturen, und Feuchtigkeit (Dampf) führt der Gebereinsatz nicht zu einer befriedigenden Problemlösung. Als Beispiel kann man auf zahlreiche misslungene Versuche der Druckgeberanwendung in den Warmwalzstraßen in den langfristigen Perspektiven hinweisen. Auch die Wartung und Einstellung dieser Geräte stellen ein ernstes Problem in den Betriebsbedingungen dar. Deshalb möchte der Benutzer ein einfaches und verlässliches System haben, das auf standardisierten Messungen der Gerüsteantriebe, u.a. auf einem Ankerstrom, Erregerstrom und Gerüstegeschwindigkeit, beruht.

[0004] Diese Entscheidung hat eine Reihe von Nachteilen. Erstens sind die physischen Metallumformungsprozesse in den Gerüstewalzen ziemlich kompliziert und bisher nicht gut erforscht. Gesondert davon ist es bekannt, dass verschiedene Stahlarten mit verschiedener Geschwindigkeit gewälzt werden müssen. Auch sind diese Geschwindigkeiten von solchen Faktoren wie Metalltemperatur, Kalibrieren, Walzdrehgeschwindigkeit usw. abhängig. Mit Hilfe der unkorrekten Regelung kann die Materialverstreckung eine Temperaturprofilform wesentlich ändern. Da die oben genannten Faktoren einen Zufallscharakter haben, ist es mathematisch unmöglich, die Temperaturprofilverzerrungen mit Hilfe des Modells präzise zu definieren. Versuche der Temperaturprofildefinitionen sind bekannt und in der Literatur beschrieben. Wegen der oben genannten Faktoren werden solche Versuche in der Praxis immer zum Scheitern gebracht. Deshalb führt die Modellanwendung für Eingabeberichtigung der Geschwindigkeitsregimeeinstellung zu bedeutenden Einstellungsfehlern des Geschwindigkeitsregimes des Walzbetriebes. In diesem konkreten Fall gibt eine Bildung von Durchschnittswerten in den Algorithmus wesentliche Verzerrungen ein und braucht somit eine manuelle Berichtigung des Kontrolleprozesses. Andererseits, wenn eine Berichtigung nur über einen Stromvergleich verwirklicht wird, führt dies zu großen Fehlern in der Geschwindigkeitsregimeeinstellung, wenn eine Antriebsgeschwindigkeitsregelung in der Zone reduzierten Stromes vorkommt, weil in diesen Fällen bei ständiger Belastung ein Antriebsstrom nicht beständig bleibt. Bekannte Systeme enthalten kein Mittel für eine Qualitätsselbstkontrolle der Regelung nach einem Rohblechdurchgang durch ein Walzgerüst, um damit danach eine Eingabeberichtigung für die Walzgeschwindigkeit des nachfolgenden Rohbleches auszuführen.

[0005] Zur vorgeschlagenen Vorgehensweise liegt im

Wesentlichen eine Einstellungsweise der Walzgeschwindigkeitsregime für mehrgerüstige kontinuierliche Warmwalzwerke nahe, die Walzprozessparametereinstellung und Antriebsmomentenregelung der Gerüste des Walzantriebes über die registrierten Signale kraft der Walzprozesseparameter enthält (Anmeldung DE 4325074 am 05.05.1994 veröffentlicht). Für die Geschwindigkeitskoordinierung zwischen den unmittelbar nacheinander stehenden Gerüsten werden die Belastungen, die dem statischen Belastungsmoment proportional sind, als Ausgangswert benutzt. Diese werden unmittelbar vor dem Rohblecheinlauf in das nachfolgende Gerüst in das Speichergerät beim Freiwalzen jedes Rohbleches im ersten Gerüst von beiden Gerüsten definiert und registriert. Der Momentanwert des statischen Belastungsmoment des vorgehendes Gerüstes wird mit einem statischen Belastungsmoment verglichen, der im Zeitpunkt des Rohblecheinlaufs in das nachfolgende Gerüst im vorgehenden Gerüst definiert wird. Wenn eine Differenz, die man durch den Vergleich der Belastungsmomentwerte bestimmt, gemäß den technologischen Anforderungen einen höchstzulässigen Wert erreicht, wird eine Anfangsabweichung zwischen dem registrierten Belastungsmomentwert und dem laufenden Belastungsmomentwert bis zur geforderten Mindestgröße durch Elektroantriebsdrehzahländerung des vorgehenden Gerüstes im Zeitpunkt des Rohblecheinlaufs in das nachfolgende Gerüst kompensiert. Gespeicherte statische Belastungsmomentwerte des vorgehenden Gerüstes, die durch Anfangsausgleich für Mindestlängsziehkraft kalibriert sind, werden aus dem Speichergerät in der Folge der vorhergehende Eingabe abgezogen. Seit dem Abschlussmoment werden die Anfangsabweichungen ausgleichend vom Belastungsmomentenspeichergerät abgezogen und durch entsprechende laufende Belastungsmomente des nachstehenden Gerüstes dividiert. Berechnet man auf solche Weise den Abstimmungskoeffizient, wird die Walzenzeit im vorgehenden Gerüst des entsprechenden Rohbleches gespeichert, und dann ändert man den Maßstab aller kalibrierten Belastungsmomentwerte aus dem Rohblechfreiwalzen im vorgehenden Gerüst durch Multiplikation mit dem Abstimmungskoeffizient. Im Abschlussmoment der Abstimmungskoeffizientberechnung vor dem Rohblechauslauf aus den Walzen des vorgehenden Gerüstes kompensiert man entweder durch Drehzahländerung des nachfolgenden Gerüstes oder durch Antriebdrehzahländerung des vorgehenden Gerüstes die Abweichung zwischen kalibrierten und laufenden Werten des statischen Belastungsmoments des nachfolgenden Gerüstes. Mittels des Abstimmungskoeffizienten im Zeitpunkt des Rohblechauslaufes aus den Walzen des vorgehenden Gerüstes wird eine Belastungsmomentendifferenz vor und nach dem Rohblechauslauf bestimmt. Im Zusammenhang sowohl von einem bestimmten Höchstwert, als auch von dem Differenzzeichen, wird beim Walzen des nächsten Rohbleches eine Feineinstellung der Walzenantriebdrehzahl des vorangehenden Gerüstes gemäß dem linearen Gesetz mit den kleinen Dosen über einige Rohbleche (von 5 bis 10) berichtigt.

[0006] Diese Vorgehensweise hat eine Reihe von Nachteilen. Erstens entspricht der statische Belastungsmoment des ersten Gerüstes im Zeitpunkt des Rohblecheinlaufes in das zweite Gerüst den Mindestlängsziehkräften im Gerüstezwischenraum, da ein Maximalmoment auf der gekühlten Rohblechstrecke wegen des unregelmäßigen Temperaturprofils gespeichert werden kann. Das gespeicherte Moment kann unmittelbar vor dem Rohblecheinlauf in das nachfolgende Gerüst ein reguliertes Signal verursachen, das die Geschwindigkeit des vorgehenden Gerüstes vergrößert, und somit einen Rohblechaufstau, eine Katastrophensituation, eine Panne, oder einen Bohrbeginn verursachen kann.

[0007] Zweitens darf man den Einfluss auf Längsziehkräfte im Gerüstezwischenraum von über ein Rohblech verbundenen benachbarten Gerüsten der kontinuierlichen Gruppe nicht außer Betracht lassen. Beim Metalleinlauf in die nachfolgenden Gerüste werden auch Längsziehkräfte in den Raum zwischen erstem vorgehenden und zweitem nachfolgenden Gerüst übertragen. Das kommt besonders oft beim zweiten nachfolgenden unbelastetem Gerüst vor.

[0008] Drittens, wenn das Rohblechende aus dem ersten vorgehenden Gerüst ausgeht, wird ein Abstimmungskoeffizient gespeichert, der nicht berichtigt wird, und es findet in dieser Zeit eine Regelung im nächsten Zwischenraum nach dem zweiten nachfolgenden Gerüst statt, die auf solche Weise die dem zweiten Gerüst eigene Geschwindigkeit ändert. Dies verfälscht den Abstimmungskoeffizient und beginnt das Walzen des nächsten Rohbleches bei Anwesenheit der Längsziehkräfte im Raum zwischen dem vorgehenden und nachfolgenden Gerüst, und dies verschlimmert die Qualität des technologischen Prozesses, macht diesen instabil, verschlechtert die Rohblech- und Fertigwarendimensionen.

[0009] Viertens, wenn das Rohblechende aus dem ersten vorgehenden Gerüst ausgeht, wird eine Belastungsmomentendifferenz des nachfolgenden Gerüstes vor und nach dem Rohblechauslauf aus dem vorgehenden Gerüst für allmähliche Geschwindigkeitsberichtigung berechnet. Dieses Verfahren ist nicht ganz effektiv und wird überhaupt ungeeignet bei der Anwesenheit von Walzenpausen und beim Walzen des Rohbleches, das in zwei oder mehreren Wärmeöfen erwärmt wird, weil sich ein Temperaturprofil der Rohbleche sowohl erhöht, als auch vermindert.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0010]

Fig. 1 zeigt eine funktionale Prinzipskizze für die Realisation des erfindungsgemäßen Verfah-

rens;

Fig. 2 zeigt den Änderungsprozess im Laufe der Zeit t der statischen Belastungsmomente M_{s1}, M_{s2}, M_{s3} beim Metallwalzen in drei nacheinanderstehenden Gerüsten und die Hauptumwandlungssignale im Gerät.

Offenbarung der Erfindung

[0011] Die Erfindung soll folgende Ziele erreichen: eine Eingabe des abgestimmten Geschwindigkeitsregimes für das Erhalten der höheren Dimensionengenauigkeit über die ganze Rohblechlänge (der Fertigwaren), Erweiterung funktionaler Möglichkeiten, Zuverlässigkeits- und Prozessqualitätssteigerung, und im Endergebnis ein Walzgut von höher Genauigkeit beim Einsatz der Eingangssignale für die Geschwindigkeitsregimeregelung der Gerüste der mehrgerüstigen kontinuierlichen Warmwalzwerke gemäß dem Mindestspannungskriterium laut der Anwendung realer laufender Strominformationen, der Spannung, der Antriebsdrehzahlgeschwindigkeit, die in den Signalen proportional zu den Antriebsbelastungsmomenten umgewandelt sind. Dabei braucht man keine zusätzliche Modellberichtigung wegen der Temperaturprofiländerung und keine vorläufige Information über die Stahlsorte beim Rohblechwalzen. In jedem Zwischenraum des Walzbetriebes werden eine unabhängige Regelung und Regelungsqualitätsselbstkontrolle mit einer Korrektur für folgende Rohbleche verwirklicht. Da es eine ständige Informationserneuerung über die Momenten der statischen Gerüstbelastung braucht, wird ein Zeitfehler in den Regelungsergebnissen der Geschwindigkeitsregime minimiert. Die Regelung wird gemäß dem Mindestspannungswert im Rohblech mit Rücksicht auf Rohblechlängsanwärmen ausgeführt. Dabei werden die Signale proportional zu den Freiwalzenmomenten von jedem vorgehenden Gerüst angewendet, die als Eichmaß für die Geschwindigkeitsregimeregelung in jedem der nachfolgenden Walzbetriebsgerüste ausgenutzt werden.

[0012] Die Aufgabe wird dank dessen erreicht, dass in einer Eingabeweise der Geschwindigkeitsregime der Gerüstegruppe der kontinuierlichen Warmwalzstraßen, die die Prozessparametermessung des Walzens und Antriebmomentenregelung gemäß den Walzenprozessparametern umfasst, werden die Walzenprozessparametermessung und Antriebmomentenregelung nacheinander über die Gerüstegruppe verwirklicht, wobei jede Gruppe aus vier nacheinanderstehenden Gerüsten besteht. Die Regelung wird in vier Etappen durchgeführt. Auf der ersten Etappe beim Rohblecheinlauf in das erste Gerüst und bis zum Rohblecheinlauf in das zweite Gerüst wird ein Signal für das Abspeichern von Momentenwerten der statischen Belastung und des Antriebgeschwindigkeitsregimes des ersten Gerüstes gestaltet. Auf der zweiten Etappe seit dem Rohblecheinlauf in das zweiten Gerüst und bis zum Rohblecheinlauf in das dritten Gerüst, wird einen Signal für Änderung der Antriebgeschwindigkeitsregime des ersten vorgehenden Gerüstes gestaltet, wenn sich ein Geschwindigkeitsregime vom Eichmaß, für den man das Mindesmoment der ersten Etappe annimmt, unterscheidet. Auf der dritten Etappe seit dem Rohblecheinlauf in das dritte Gerüst wird ein Verhältnis zwischen dem Moment der abgespeicherten statischen Antriebsbelastung des ersten Gerüstes und dem laufenden Moment der Antriebe des dritten Gerüstes berechnet. Daraufhin wird ein Signal gestaltet, das eine Differenz zwischen den oben genannten Werten bestimmt, woraufhin man dann ununterbrochen eine Antriebgeschwindigkeitsregimeregelung des ersten Gerüstes verwirklicht. Auf der vierten Etappe seit dem Rohblechauslauf vom ersten Gerüst wird die ununterbrochene Antriebgeschwindigkeitsregimeregelung der ersten und zweiten Gerüste abgestellt und danach wird das auf der dritten Etappe gestaltete Signal gespeichert. Dabei unterstützt man ein Verhältnis dieses Signals mit der proportionalen Regelung zwischen zweitem Gerüst und erstem Gerüst für die Antriebsgeschwindigkeitsregimeregelung beim Einlauf des nächsten Rohbleches in die gegebene Gerüstegruppe.

[0013] Das vorgeschlagene Verfahren wird durch aufeinanderfolgende Etappen verwirklicht. Die erste Etappe beginnt im Zeitpunkt des Rohblecheinlaufes in das erste Gerüst (n-1), im Zeitpunkt t1, und erstreckt sich bis zum Rohblecheinlauf in das zweite Gerüst (n), im Zeitpunkt t2 (Fig. 2 im Zeitpunkt t1). Auf dieser Etappe wird eine konsequente Abspeicherung der Momentenwerte der statischen Belastung für das erste Gerüst ausgeführt. Das Walzen läuft im Freiregime, da das Vorderende des Rohbleches das nachfolgende zweite (n) Gerüst noch nicht erreicht hat. Als 'Referenzmoment der statischen Belastung wird ein Mindestmoment angenommen, das der Rohblechstrecke mit der höheren Temperatur entspricht, bei dem ein regulierter Signal, das eine Geschwindigkeit des vorgehenden Gerüstes (n-1) vermindert, für ein Regime der Mindestlängsziehkräfte ohne Aufstau sorgt.

[0014] Auf der zweiten Etappe (Fig. 2 im Zeitpunkt t2) ab dem Zeitpunkt t2 bis zum Zeitpunkt t3, bis zum Rohblecheinlauf in das dritte Gerüst (n+1), werden eine Prüfung und, wenn nötig, eine schnelle Anfangseinstellung des Geschwindigkeitsregimes im regulierten Zwischenraum ausgeführt. Beziehungsweise, wenn im regulierten Zwischenraum das Geschwindigkeitsregime ursprünglich falsch eingestellt ist, kann man eine Belastungsstufenänderung des vorgehenden Gerüstes nach dem Rohblecheinlauf in das nachfolgende Gerüst beobachten. Diese Änderung wird durch Anfangsregelung - den Geschwindigkeitsschnellabgleich des ersten Gerüstes - kompensiert.

[0015] Auf der dritten Etappe (Fig. 2 im Zeitpunkt t3) seit dem Zeitpunkt t3 wird ein Momentenverhältnis der statischen Belastung des ersten (n-1) und dritten (n+1) Gerüstes berechnet. Mit Hilfe dieses Koeffizienten wird

eine Maßstabseinführung der Momentenwerte der statischen Belastung des dritten Gerüstes zu den nacheinander gespeicherten Momentenwerten der statischen Belastung für das erste Gerüst (n-1) ausgeführt. Eine ununterbrochene Regelung des Geschwindigkeitsregimes im Raum zwischen erstem (n-1) und zweitem (n) Gerüst beginnt. Das Geschwindigkeitsregime dauert während der ganzen Vorhandenseinszeit des Walzgutes im gegebenen Raum der Nebengerüste. Eine ununterbrochene Regelung des Geschwindigkeitsregimes wird gemäß der Differenz zwischen gespeichertem Moment der statischen Belastung des ersten Gerüstes (n-1) und relativem tatsächlichen Moment im dritten Gerüst (n+1) verwirklicht. Eine Regelung kann entweder durch den Antrieb des ersten Gerüstes oder durch den Antrieb des zweiten Gerüstes ausgeführt werden.

[0016] Die vierte Etappe (Fig. 2 vierte Etappe) fängt im Zeitpunkt des Rohblechauslaufes vom vorgehenden ersten Gerüst (n-1) an. Eine ununterbrochene Regelung des Geschwindigkeitsregimes im Raum zwischen erstem (n-1) und zweitem (n) Gerüst wird abgestellt. Auf den vorhergehenden Etappen geregelte Momentenvereinbarung wird während der ganzen Zeit bei der aktiv arbeitenden Proportionalregelung unterstützt, die wieder inaktiv wird, wenn ein Rohblech von allen Gerüsten der kontinuierlichen Gruppe ausgegeben wird, oder wenn ein neues Rohblech in das Gerüst eingegeben wird.

Realisierung der Erfindung

[0017] Das Verfahren kann mit Hilfe einer Einrichtung, die aus 24 Typenblöcken besteht, realisiert werden.

1, 2, 3 - Berechnungsblock der statischen Belastungsmomente von den Standardgebern, entsprechend der Antriebe des ersten Gerüstes (n-1), zweiten Gerüstes (n), dritten Gerüstes (n+1),
4 - Verzögerungsblock mit einem Puffer und einer Funktionsminimumbestimmung,
5, 6, 7 - Vergleicher mit einstellbarer Stellung,
8, 12, 22 - Multiplizier- und Dividiergerät
9, 10 - Speichergerät mit einer Eingangszeitverzögerung
11, 16 - Vergleichsblock,
13 - Verzögerungsblock mit einem Puffer der Schiebewerte,
14 - Maßstabsänderungsblock
15, 19 - Schalter
17 - proportionaler Integral-Differential-Regler (PID),
18 - logisches Element "I",
20 - proportionaler Integral-Regler (PI),
21, 23, 24 - Summator,

$U_{1Ausgang}$ - Steuerungssignal des Geschwindigkeitsregimes des ersten Gerüstes (n-1),
U_{2G2} - Steuerungssignal des Geschwindigkeitsregimes des zweiten Gerüstes (n),
W1 - Signal des Anfangs- (Hand-) Geschwindigkeitsregimes des ersten Gerüstes (n-1),
W2 - Signal des Anfangs- (Hand-) Geschwindigkeitsregimes des zweiten Gerüstes (n).

[0018] Infolge der Umwandlung im vorgeschlagenen Gerät der Eingangssignale von den Antrieben des ersten Gerüstes (n-1), zweiten Gerüstes (n), und dritten Gerüstes (n+1), wird im Summatorausgang 24 ein Einstellsignal der Mindestspannungseinstellung im Raum zwischen erstem Gerüst und zweitem Gerüst formiert. Dabei werden in den Blöcken 1, 2 und 3 die statischen Belastungsmomente der Walzantriebe M_i mit i = 1, 2, 3, gemäß der folgenden Formel berechnet:

$$M_i = I_i * U_i / \omega_i - T_i * \omega'_i,$$

wobei

ω_i - Antriebsgeschwindigkeit des i-ten Gerüstes;
Ii - Signal proportional dem Ankerstrom des Antriebes des i-ten Gerüstes;
Ui - Signal proportional der Ankerspannung des Antriebes des i-ten Gerüstes;
ω'_i - Antriebsgeschwindigkeitsableitung des i-ten Gerüstes;
Ti - Antriebszeitkonstante des i-ten Gerüstes sind.

[0019] So benutzt dieses verfahren Signale proportional zu den Freiwalzmomenten von jedem vorgehenden Gerüst. Für die Aufrechterhaltung des vereinbarten Regimes wird die Regelung, nicht über zwei Gerüste, wie auf bekannte Weise, sondern über drei verwirklicht. Im Anfangsstadium über gespeicherte Freiwalzmomente wird eine Differenz zwischen gespeichertem Mindestmoment auf dem Weg des Rohblechvorderendes vom ersten bis zum zweiten Gerüst und laufendem statischen Moment des ersten vorgehenden Gerüstes (n-1), das durch PID-Regelung der Drehzahl des ersten vorgehenden Gerüstes (n-1) kompensiert wird. Ein solches Verfahren der Differenzabzweigung garantiert vollkommen die Vermeidung eines Metallaufstaus im nachfolgenden zweiten Gerüst (n). In bekannten Systemen hat ein gespeichertes Moment häufig einen Spitzenwert, was zum Aufstau und zu Störfällen führt. Nach dem Rohblecheinlauf in das dritte (n+1) Gerüst werden die gespeicherten Freiwalzmomente des ersten vorgehenden Gerüstes (n-1) vom Verzögerungsblock entfernt, und gemäß ihrem Verhältnis zum statischen Moment des dritten Gerüstes (n+1) werden die Momente des dritten Gerüstes (n+1) kalibriert. Eine Differenz zwischen den verzögerten Momenten des ersten vorgehenden Gerüstes (n-1) und drittes Gerüstes (n+1) wird durch PI-Regelung der Drehzahl des ersten vorgehenden Gerüstes (n-1) berücksichtigt.
Auf diese Weise wird ein Einfluss der nachfolgenden

Gerüste auf die Spannungsänderung im vorgehenden Raum zwischen vorgehendem Gerüst (n-1) und nachfolgendem zweiten Gerüst (n) ausgeschlossen. In bekannten Systemen wird ein Einfluss der nachfolgenden Gerüste nicht berücksichtigt, und dies verschlechtert ihre Qualität. Der letzte Unterschied zu bekannten Verfahren liegt darin, dass nach dem Rohblechendeausgang vom ersten vorgehenden Gerüst (n-1) eine aktiv arbeitende Proportionalregelung bleibt, die ein koordiniertes Regime über den Rohblechendeausgang hinaus für alle Gerüsten der kontinuierlichen Gruppe aufrechterhält. In den bekannten Systemen fehlt eine solche Regelung, und dies verschlechtert die Qualität dieser Verfahren.

[0020] Die Vorrichtung kann für die Arbeitsversorgung jeder Gruppe der Walzgerüste ausgeführt werden. Der allgemeine Funktionsfähigkeitsalgorithmus der vorgeschlagenen Vorrichtung kann bedingungsweise in 4 Etappen verteilt werden.

[0021] Die erste Etappe fängt mit dem Moment t_1 des Rohblecheinlauf in das erste (n-1) Gerüst an, und dauert bis zum Moment t_2 des Rohblecheinlaufs in das zweite (n-1) Gerüst. Das Walzen läuft im Freiregime. Auf dieser Etappe funktionieren die Blöcke 4 und 13 aktiv, indem eine Signalverzögerung verwircklicht wird, (Fig. 2) Schaubild M_{s1}. Der Verzögerungsblock 4 arbeitet in der Zeitspanne (t_1-t_2). Gemäß dem Impuls des Vergleichers 7 beginnt er in den Puffer die Eingangsgrößenwerte abzuspeichern und zum Ausgang nur Mindestgrößen durchzulassen. Dabei wird die Zeitspanne für den Block 4 eingegeben und durch die Aufnahmezeit des Rohbleches mit den Walzen des zweiten Gerüstes definiert. Verzögerungsblock 13 funktioniert ab dem Zeitpunkt (t_1). Gemäß dem binären Vergleichersignal 7 beginnt er in den Puffer die Eingangsgrößenwerte abzuspeichern und zum Ausgang bis zum Zeitpunkt (t_3) nicht durchzulassen. Das Erste braucht man dafür, um einen Mindestreferenzmoment der statischen Belastung abzusondern, der einer Rohblechstrecke mit der höchsten Temperatur entspricht. Bei solcher Weise der Referenzmomentabspeicherung wird ein Steuerungssignal dazu tendieren, ein statisches Antriebsmoment zum Referenzmoment einzuregeln und für allen statischen Momente, die größer als das Referenzmoment sind (z.B. in den Strecken mit niedriger Temperatur), den Längsziehkraftaufwand zu kompensieren. So werden ein Rohblechaufstau in das nachfolgende Gerüst und damit verbundene Störfälle ausgeschlossen. Das Zweite braucht man dafür, um einen Einfluss der nachfolgenden Gerüste auf die Spannung zwischen dem ersten Gerüst (n-1) und dem zweiten Gerüst (n) zu berücksichtigen und eine Selbstregelungskontrolle durchzuführen (eine Wiederholung des Schaubildes des statischen Momentes im nachfolgendem dritten Gerüst (n+1) ist ein Beweis dafür, dass das Metall im vorgehenden Zwischenraum nicht gedehnt wird).

[0022] Die zweite Etappe fängt zum Zeitpunkt t_2 des Rohblecheinlauf in das zweite (n) Gerüst an, und dauert bis zum Rohblecheinlauf in das dritte (n+1) Gerüst. Auf der dritten Etappe werden eine Anfangseinstelleprozedur und Anfangsregelung des Geschwindigkeitsregimes des Walzens im regulierten Zwischenraum vorgenommen. Zu diesem Zweck wird im Zeitpunkt t2 über den Impuls des Blockes 5 ein Mindestgrößenwert des Blockes 4 in den Speicherblock 9 abgespeichert (Fig. 2, Wert $M_{1s}(t_1;t_2)$). Dieser Wert entspricht dem Momentmindestwert der statischen Belastung des ersten Gerüstes (n-1) im Zeitraum des Durchganges des Rohblechvorderendes vom ersten Gerüst (n-1) bis zum zweiten Gerüst (n). Und dann wird dieser Wert im Vergleicherblock 11 mit dem laufendem Wert verglichen (Fig. 2, Wert M_{1s}.-$M_{1s}(t_1;t_2)$). Während des Zeitraumes t_2 - t_3 ist ein Schalter 15 geschlossen, und eine Geschwindigkeitsregelung wird mit Hilfe des standardisierten im Block 17 realisierten PID-Algorythmus verwirklicht. Der Ausgang dieses Algorythmus wird in 21 und 24 zum regulierenden Signal U_1 summiert, zum Zweck des Ausgleiches der Belastungsänderung des ersten Antriebes, bzw. zur Erhaltung ihres dem Freiwalzenregime entsprechenden Wertes.

[0023] Die dritte Etappe fängt zum Zeitpunkt t_3 des Rohblecheinlaufs in das dritte Gerüst an. Gemäß dem binären Signal des Blockes 6 werden gespeicherte Werte vom Puffer des Blockes 13 in der im Voraus eingegebenen Reihenfolge abgetastet. Mithilfe des Blockes 8 wird ein Momentenverhältnis der gespeicherten statischen Belastung des ersten Gerüstes (n-1) und des laufendes dritten Gerüstes (n+1) gebildet. Über die Vorderfront des binären Signals des Blockes 6 wird das Verhältnis im Speicherblock abgespeichert. Der Ausgang des Blockes 10 ist zum Maßstabsänderungseingang des Blockes 14 geschaltet. Dieser Block ist für die Maßstabsänderung des laufenden Momentes der statischen Belastung des dritten (n+1) Gerüstes verantwortlich, um damit ein gespeichertes Moment der statischen Belastung des ersten Gerüstes (n-1) (Fig. 2, Wert M_{1s} (t1;t3)) und ein laufendes Moment des dritten Gerüstes (n+1) im Anfangsmoment zu erhalten. Weiter werden alle laufenden Momente des dritten Gerüstes mit dem gespeicherten Maßstabsänderungskoeffizient multipliziert (Fig. 2, Wert K_3M_{3s}). Die ununterbrochene Regelung des Geschwindigkeitsregimes im Raum zwischen erstem Gerüst und zweitem Gerüst wird über eine Differenz des gespeicherten Momentes der statischen Belastung des ersten Gerüstes (n-1) (Fig. 2, Wert M_{1s}(t1;t3) -$K3M_{3s}$) und das kalibrierte Moment der statischen Belastung des dritten Gerüstes (n+1) verwirklicht. Die Regelung wird durch die Schaltung 19 ausgeführt. Die Regelung erfolgt mit Hilfe des PI Gliedes 20. Der Ausgang dieses Gliedes wird im Block 21 zum regulierten Signal $U_{1Ausgang}$ summiert.

[0024] Die vierte Etappe fängt im Zeitpunkt des Rohblechendeauslaufs vom ersten Gerüst (n-1) an. Die ununterbrochene Regelung endet. Die Reglerabschaltung wird mittels des Schalters 19 verwirklicht, der vom Ausgang des Elementes 18 gesteuert wird. Dieses Element

führt die logische Operation AND für binäre Signale von den Ausgängen der Elemente 6 und 7 aus. Eine Proportionalregelung funktioniert aktiv, da die Anfangsund ununterbrochene Regelungen mittels der Schalter 15 und 19 abgestellt werden, aber am Ausgang der Blöcke 17 und 20 (die PI-PID-Regler haben eine Eigenschaft, einen Ausgangssignalstand bei einem Nullsignal im Eingang zu erhalten) werden die Signalstände erhalten, die einem vereinbarten Geschwindigkeitsregime entsprechen und die Mindestspannung zwischen erstem Gerüst (n-1) und zweitem Gerüst (n) bereitstellen. Diese Signale werden in Blöcken 21 und 24 mit einem Proportionalsteuerungssignal summiert, um ein vereinbartes Regime der kontinuierlichen Gerüstgruppe vom Rohblechendeauslauf oder bis zum nächsten Rohblech aufrecht zu erhalten. An die Eingänge des Blockes 12 werden die Steuerungssignale des zweiten Gerüstes (n) gegeben, und eine Proportionalkomponente des Steuerungssignals wird berechnet, welche die Geschwindigkeitsänderung des zweiten Gerüstes (n) nach dem Rohblechendeauslauf vom ersten Gerüst (n-1) berücksichtigt. Mit dem nächsten Rohblech wird der Algorithmus wiederholt.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0025] Dieses Verfahren kann sowohl durch Einzelelemente, als auch mit Hilfe von Rechentechnikmitteln realisiert werden. Falls der Realisierung durch Einzelelemente erfolgt, ist es erforderlich die Blöcke 4 und 13 mit den oben beschriebenen Funktionen herzustellen, da sie nicht standardisiert sind. Falls die Realisierung durch Rechentechnikmittel (Computer oder programmierte Kontroller) erfolgt, müssen alle Funktionen der Blöcke programmiert sein, und Rechentechnikmittel mit den entsprechenden Eingangs- und Ausgangsmodulen ergänzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Eingabe des Geschwindigkeitsregimes einer kontinuierlichen Walzgerüstgruppe einer Warmwalzstraße, die eine Messung der Prozessparameter und Antriebsmomentenregelung über die geformten Signale gemäß den Walzprozessparametern umfasst, die folgenden Schritte enthaltend:

   - Messung der Prozessparameter und Antriebsmomentenregelung nacheinander über die Gerüstgruppen, wobei jede Gruppe aus drei nacheinanderstehenden Gerüsten besteht;
   - Bildung eines Signals für den gespeicherten Momentenwert der statischen Belastung und für das Geschwindigkeitsregime der Antriebe des ersten Gerüstes in einer ersten Etappe ab dem Rohblecheinlauf in das erste Gerüst bis zum Rohblecheinlauf in das zweite Gerüst;
   - Bildung eines Signals für die Geschwindigkeitsregimeänderung des ersten vorgehenden Gerüstes, wenn sich ein Geschwindigkeitsregime vom Referenzregime, für welches ein Mindestmoment der ersten Etappe dient, unterscheidet, in einer zweiten Etappe ab dem Rohblecheinlauf in das zweite Gerüst und bis zum Rohblecheinlauf in das dritte Gerüst;
   - Berechnung eines Verhältnis zwischen einem Moment der gespeicherten statischen Antriebsbelastung des ersten Gerüstes und dem laufenden Moment der Antriebe des dritten Gerüstes, in einer dritten Etappe ab dem Rohblecheinlauf in das dritte Gerüst;
   - Bildung eines Signals, das ein Unterschied zwischen den genannten Werten bestimmt, und ununterbrochene Regelung des Antriebsgeschwindigkeitsregimes des ersten Gerüstes;
   - Abschalten der ununterbrochenen Regelung des Antriebsgeschwindigkeitsregimes des ersten Gerüstes und des zweites Gerüstes, in einer vierten Etappe, die ab dem Rohblechauslauf vom ersten Gerüst beginnt;
   - Speichern des in der dritten Etappe berechneten Verhältnis und Bestimmen dieses Verhältnis für das erste Gerüst und das zweite Gerüst;
   - Regelung des Antriebsgeschwindigkeitsregimes beim Einlauf des nächsten Rohbleches in die Gerüstgruppe mit Hilfe einer Proportionalregelung.

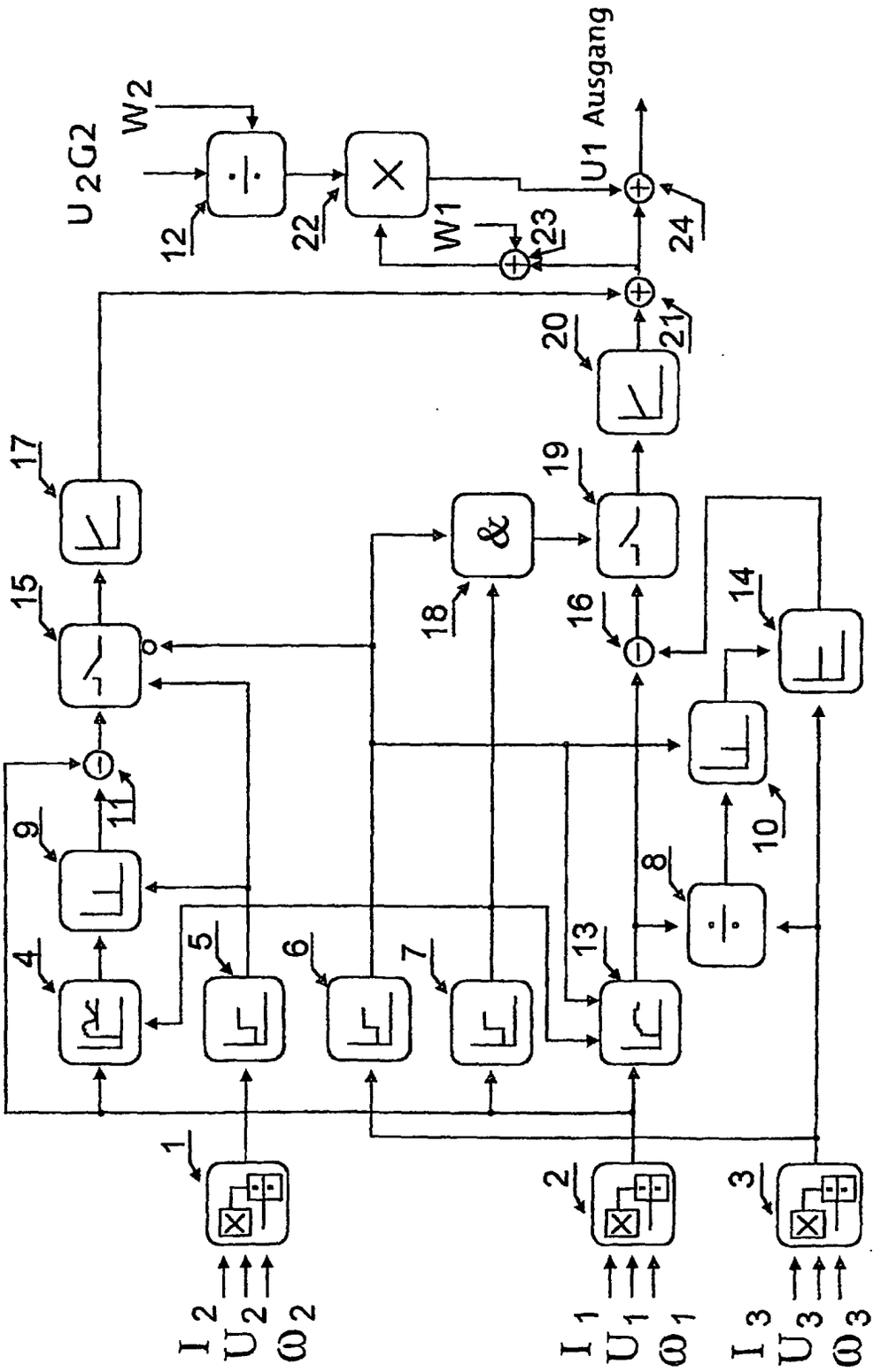


Fig. 1

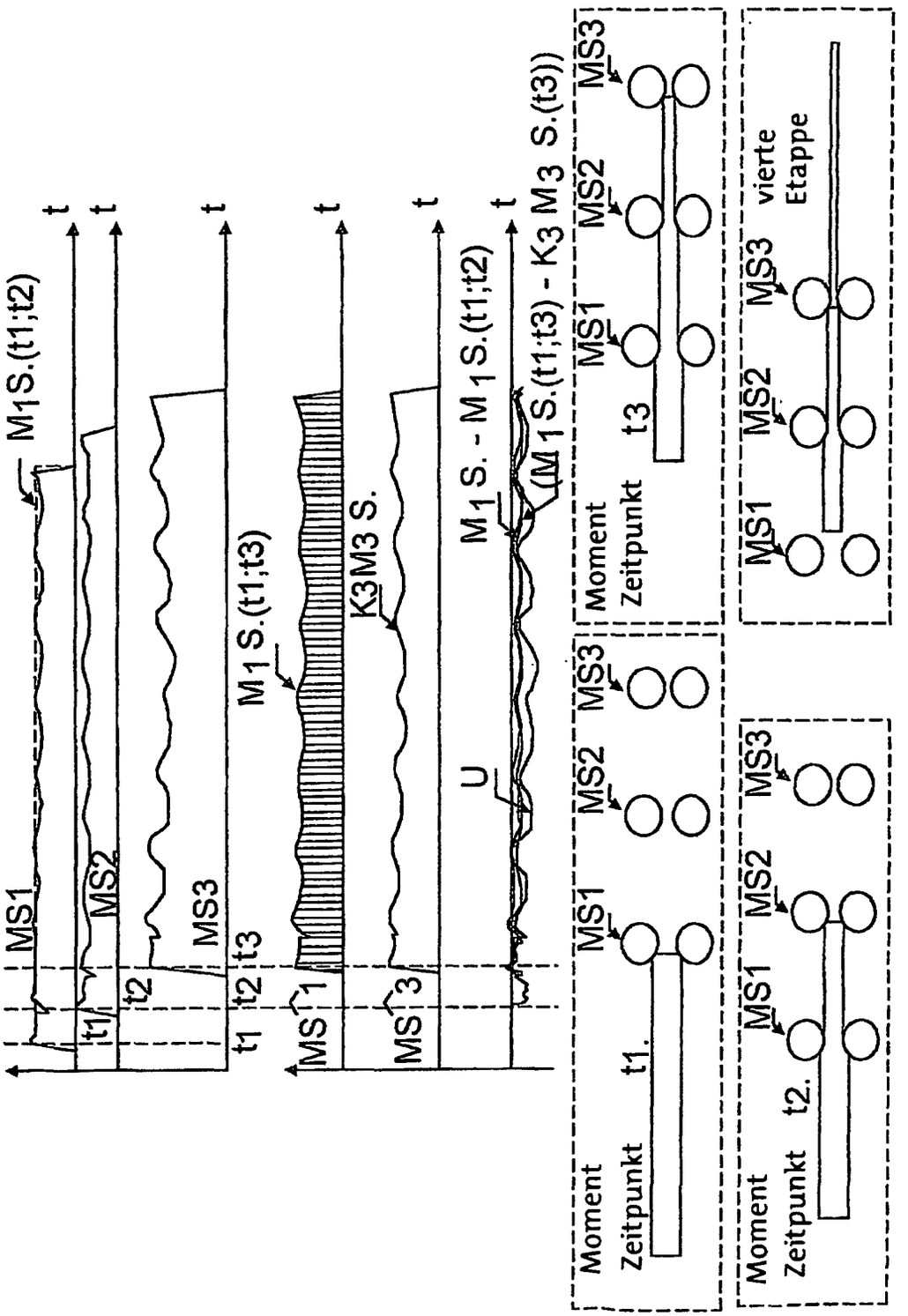

M1S.(t1;t2)
MS1
MS2
MS3
t1
t2
t3
M1S.(t1;t3)
K3M3 S.
M1S. - K3M3 S.
U
(M1S.(t1;t3) - K3M3 S.(t3))
Moment
Zeitpunkt
t1.
t2.
t3
vierte Etappe

Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 03/00102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B 37/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC 7:

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) 7:

B21B 37/00-37/52

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 practicable, 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.
A	DE 4325074 A1 (ELPRO AG BERLIN - INDUSTRIEELEKTRONIK UND ANLAGENBAU) 05.05.1994	1
A	SU 1738400 A1 (KUZNETSKIY METALLURGICHESKIY KOMBINAT) 07.06.1992	1
A	US 3940960 A (HITACHI, LTD.) Mar. 2, 1976	1
A	US 4137742 A (HITACHI, LTD.) Feb. 6, 1979	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family 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	Date of mailing of the international search report
23 JUNE 2003 (23.06.2003)	**17 July 2003 (17.07.2003)**
Name and mailing address of the ISA/ **RU**	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)