



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 059 126 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.12.2000 Patentblatt 2000/50

(51) Int. Cl.⁷: **B21B 37/52**

(21) Anmeldenummer: **00112294.4**

(22) Anmeldetag: **08.06.2000**

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

(30) Priorität: **10.06.1999 DE 19926230**
18.02.2000 DE 10007364

(71) Anmelder: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Palzer, Otmar, Dr.**
41363 Jüchen (DE)

• **Müller, Hubert**
41515 Grevenbroich (DE)
• **Svejkovsky, Ulrich**
42349 Wuppertal (DE)

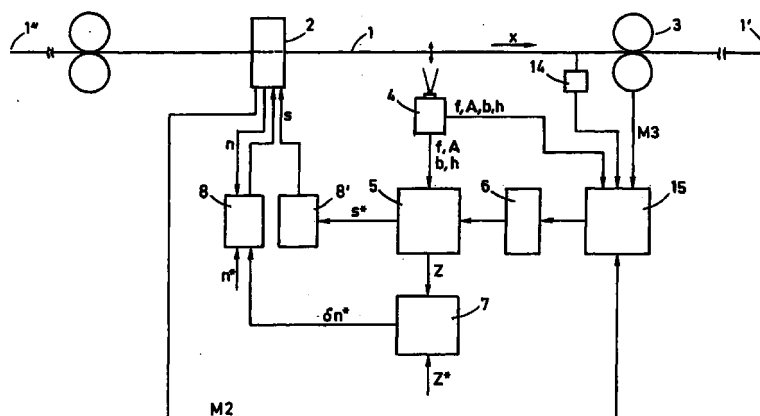
(74) Vertreter:
Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing.
Patentanwälte
Hemmerich-Müller-Grosse-
Pollmeier-Valentin-Gihske
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(54) **Verfahren zur Zugregelung zwischen den Walzgerüsten von Walzenstrassen für Stabstahl, Draht oder Profile**

(57) Ein Walzgut (1) wird in einer Transportrichtung (x) von einem vorderen zu einem hinteren Walzgerüst (2, 3) transportiert. Das Walzgut (1) führt dabei zwischen den Walzgerüsten (2, 3) eine Schwingung quer zur Transportrichtung (x) aus. Mindestens eine charakteristische Eigenschaft (A, f) der Schwingung wird

quantitativ erfaßt und daraus ein im Walzgut (1) zwischen den Walzgerüsten (2, 3) herrschender Zug (Z) bzw. Druck ermittelt. Eines der Walzgerüste (2, 3) wird derart nachgeregelt, daß sich im Walzgut (1) zwischen den Walzgerüsten (2, 3) ein Sollzug (Z*) aufbaut.

Fig.1



EP 1 059 126 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zugregelung zwischen den Walzgerüsten von Walzenstraßen für Stabstahl, Draht oder Profile mit Steuerung der Antriebsdrehzahlen aufeinanderfolgender Walzgerüste.

[0002] Zug- und Druckkräfte beeinflussen sowohl die Toleranzen der Abmaße des Querschnitts der Walzgutstränge, als auch die Gleichmäßigkeit des Ablaufs des Walzprozesses selbst. Eine effektive Zugregelung, mittels derer insbesondere verhindert wird, daß sich im Walzgut Druck in der Längsrichtung aufbaut, ist daher von großer Bedeutung. Aus dem Stand der Technik sind verschiedenartige Zugregelverfahren für Walzanlagen bekanntgeworden. Ein Verfahren besteht darin, den Quotienten von Walzmoment und Walzkraft zu berechnen und daraus auf den im Walzgut herrschenden Zug zu schließen. Weiter ist ein Voreilungsverfahren bekannt, bei dem Geschwindigkeitsdifferenzen des Walzgutstranges zwischen aufeinanderfolgenden Gerüsten ausgewertet werden. Weiter sind Schlingenregelungen bekannt, bei denen die Schlingenhöhe ein Maß für den Zug oder den Druck im Walzgut bildet.

[0003] Es ist weiter bekannt (DE-OS 1 602 020) bei zwei aufeinanderfolgenden Walzgerüsten am ersten Gerüst, dem Zug äquivalente Meßwerte, wie den Laststrom des Walzgerüstantriebs zu ermitteln, mit einem Erfahrungsfestwert zu vergleichen und die sich dabei ergebenden Abweichungen zur Ausregelung der Regel- und Steuereinrichtungen des Antriebs des folgenden, zweiten Walzgerüsts zu verwerten. Bei einem anderen Verfahren (DE 4 220 121), das mit nur einem Vergleichswert arbeitet und nur einen Punkt des Laststromprofils der Walzgerüstantriebe berücksichtigt, können Veränderungen des Temperaturgefüges über die Walzgutlänge nicht erfaßt und deshalb regeltechnisch nicht verwertet werden. Ein anderer Vorschlag (DE-OS 2 448 033 und DE-PS 38 06 063), das Verhältnis des Ankerstroms des Antriebs zur aus der Verformung im Walzspalt resultierenden Walzkraft mit Hilfe von im Walzgerüst installierter Druckmeßdosen als Regelgröße zu verwenden, setzte sich in der Praxis nicht durch, weil Anordnung und Zuverlässigkeit der Druckmeßeinrichtungen, insb. deren Wartung, bisher nicht behebbare Schwierigkeiten mit sich brachte. Auch ein Vorschlag, die Laststromwerte der Folgegeräte zu erfassen und jeweils mit den erfaßten und abgespeicherten Werten aus den vorhergehenden Gerüsten zu vergleichen und daraus einen relativen Vergleichswert für Regelkorrekturen zu bilden, setzte sich in der Praxis nicht durch.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren so zu verbessern, daß die Zugregelung zwischen den Gerüsten der Walzstraße mit Hilfe einfacher, außerhalb der Gerüste angeordneter, handelsüblicher Meß- und Recheneinrichtungen erreicht werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß beim Walzen von Stäben oder Drähten von den Schwin-

gungen, die der Stab oder der Draht zwischen zwei aufeinanderfolgenden Walzgerüsten ausführt, mindestens eine Eigenschaft der Schwingungen quantitativ erfaßt und durch Vergleich mit Kennpunkten daraus ein, im Walzgut, zwischen den Gerüsten herrschender Zug bzw. Druck ermittelt wird, und eines der Walzgerüste derart nachgeregelt wird, daß sich im Walzgut zwischen den Walzgerüsten ein Sollzug aufbaut.

[0006] Wie die Erfindung weiter vorsieht, kann zwischen den Walzgerüsten eine Schwingungserfassungseinrichtung zum quantitativen Erfassen mindestens einer charakteristischen Eigenschaft einer Schwingung des Walzgutes quer zu einer Transportrichtung vom vorderen zum hinteren Walzgerüst angeordnet sein und diese mit einer Zugermittlungseinrichtung verbunden sein, mittels derer durch Vergleich mit Kennpunkten ein im Walzgut zwischen den Walzgerüsten herrschender Zug bzw. Druck ermittelbar ist.

[0007] Die charakteristische Eigenschaft der Schwingung kann die Frequenz und/oder die Amplitude der Schwingung sein. Das Nachregeln des Walzgerüsts kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß aufgrund einer Differenz zwischen herrschendem Zug bzw. Druck und Sollzug das nachgeregelter Walzgerüst mit einem Drehzahl-Zusatzsollwert beaufschlagt wird.

[0008] Wenn die charakteristische Eigenschaft der Schwingung mittels einer Kameraeinrichtung erfaßt wird, die mindestens ein mindestens eindimensionales dynamisches Bild des Walzguts quer zur Transportrichtung liefert, ist die Erfassung der charakteristischen Eigenschaft besonders einfach.

[0009] Wenn die Kameraeinrichtung zwei mindestens eindimensionale dynamische Bilder des Walzguts quer zur Transportrichtung liefert, wobei die Bilder aus voneinander verschiedenen Bildrichtungen aufgenommen werden, ist die Schwingung unabhängig von ihrer Schwingungsebene exakt erfaßbar. Eine Variation der Schwingungsebene kann sich insbesondere bei stabförmigen Walzgut ergeben.

[0010] Wenn mittels der dynamischen Bilder mindestens eine Abmessung des Walzguts quer zur Transportrichtung bestimmt wird, ist eine noch bessere Bestimmung des im Walzgut zwischen den Walzgerüsten herrschenden Zuges bzw. Druckes möglich. Darüber hinaus ist es möglich, daß aufgrund der bestimmten Abmessung des Walzguts mindestens ein Steuerparameter des vorderen Walzgerüsts, insbesondere eine Drehzahl oder ein Walzspalt, variiert wird. Bei stabförmigem Walzgut ist die bestimmte Abmessung vorzugsweise die Profilbreite, da diese zugsensitiver ist als die Profilhöhe.

[0011] Wenn die Kameraeinrichtung in einem als Einheit bewegbaren Rahmen angeordnet ist, ist die Kameraeinrichtung auf besonders einfache Weise aus der Walzstraße ausfahrbar.

[0012] Wenn der Rahmen geschlossen ist, in seinem Inneren Überdruck herrscht und das Innere gekühlt ist, ist die Kameraeinrichtung besonders zuver-

lässig und betriebssicher betreibbar.

[0013] Die Kennpunkte können vorab theoretisch ermittelt worden sein. Vorzugsweise aber erfolgt eine allmähliche Selbstkalibrierung.

[0014] Das Walzgut weist eine Walzgutspitze auf. Die Selbstkalibrierung kann daher beispielsweise dadurch erfolgen,

- daß nach dem Einlaufen der Walzgutspitze in das vordere Walzgerüst und vor dem Einlaufen der Walzgutspitze in das hintere Walzgerüst ein von dem vorderen Walzgerüst aufgebrachtes vorderes Freimoment erfaßt wird,
- daß nach dem Einlaufen der Walzgutspitze in das hintere Walzgerüst ein von dem vorderen Walzgerüst aufgebrachtes vorderes Zugmoment erfaßt wird,
- daß aus einem Vergleich von vorderem Freimoment und vorderem Zugmoment ein in dem Walzgut herrschender Zug ermittelt wird und
- daß der Zug und die bei diesem Zug gemessene charakteristische Eigenschaft der Schwingung als Kennpunkt im einem Speicher abgespeichert wird.

[0015] Das Walzgut weist auch ein Walzgutende auf. Die Selbstkalibrierung kann daher auch dadurch erfolgen,

- daß nach dem Auslaufen des Walzgutendes aus einem dem vorderen Walzgerüst unmittelbar vorgelagerten Vorgerüst und vor dem Auslaufen des Walzgutendes aus dem vorderen Walzgerüst ein von dem hinteren Walzgerüst aufgebrachtes hinteres Zugmoment erfaßt wird,
- daß nach dem Auslaufen des Walzgutendes aus dem vorderen Walzgerüst ein von dem hinteren Walzgerüst aufgebrachtes hinteres Freimoment erfaßt wird,
- daß aus einem Vergleich von hinterem Freimoment und hinterem Zugmoment ein in dem Walzgut herrschender Zug ermittelt wird und
- daß der Zug und die bei diesem Zug gemessene charakteristische Eigenschaft der Schwingung als Kennpunkt im einem Speicher abgespeichert wird.

[0016] Wenn zusätzlich auch eine im Walzgut herrschende Temperatur erfaßt und abgespeichert wird, steht in Verbindung mit der Qualität des Walzguts eine vollständige, reproduzierbare Information über den Kennpunkt zur Verfügung.

[0017] Beim Walzen von Profilstäben sieht die Erfindung vor, daß zwischen zwei aufeinanderfolgenden Gerüsten das Profil des Stabes mit Profilmeßgeräten gemessen wird und die Werte der von diesen erfaßten jeweiligen Flanschbreiten in einer Recheneinrichtung mit vorgegebenen Festwerten verglichen, zu Korrekturen der Drehzahlstellwerte der nachfolgenden Gerüste verwendet werden. Die Werte der von den Pro-

filmeßgeräten erfaßten Flanschbreiten können mit Werten von Flanschbreiten verglichen werden, die von, den beiden Walzgerüsten vorgeordneten weiteren Profilmeßgeräten erfaßt wurden. Es können dabei auch, die Flanschbreite von Profilen erfassende Laser-Meßgeräte bzw. Zeilenkameras verwendet werden. Eine weitere erfindungsgemäße Möglichkeit besteht darin, bei Anordnung der Meßgeräte in einer, aus einem eingangsseitigen Universalgerüst, einem Stauchzwischengerüst und einem ausgangsseitigen Universalgerüst bestehenden Kompaktwalzgruppe zwischen dem eingangsseitigen Universalgerüst und dem Stauchzwischengerüst eine erste Messung der Flanschbreite des, in die Kompaktwalzgruppe einlaufenden Profilstranges durchzuführen, bevor dieser das ausgangsseitige Universalgerüst erreicht hat, der dann eine zweite Messung folgt, wenn das ausgangsseitige Universalgerüst den Profilstrang erfaßt hat.

[0018] Diese Verfahrensweise nutzt die Änderungen der Maße des Profilquerschnitts aus, die sich durch den, auf den Profilstab wirkenden Zug zwischen zwei Walzgerüsten ergeben. Diese Veränderung tritt bei Trägern und ähnlichen Profilen bei deren Flanschbreite besonders deutlich hervor und kann mit den angegebenen Mitteln in einfacher Weise genau erfaßt werden.

[0019] Die Erfindungen werden nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Figur 1 einen Ausschnitt einer mehrgerüstigen Walzstraße,
- Figur 2 eine Schwingungserfassungseinrichtung mit erfaßtem Walzgut,
- Figur 3 u. 4 Antriebsmoment-Zeit-Diagramme,
- Figur 5 eine Walzgerüstanordnung zum Walzen von Profilstäben in schematischer Darstellung, und
- Figur 6 einen Schnitt nach der Linie A-A durch Fig. 5.

[0020] Gemäß Figur 1 weist eine Walzstraße für ein Walzgut 1 ein vorderes Walzgerüst 2 und ein hinteres Walzgerüst 3 auf. Das Walzgut wird in einer Transportrichtung x vom vorderen zum hinteren Walzgerüst 2, 3 transportiert. Dabei führt das Walzgut 1 zwischen den Walzgerüsten 2, 3 eine Schwingung mit einer Schwingungsamplitude A und einer Schwingungsfrequenz f quer zur Transportrichtung x aus.

[0021] Gemäß Figur 1 ist das vordere Walzgerüst 2 als Vertikalgerüst ausgebildet, während das hintere Walzgerüst 3 als Horizontalgerüst ausgebildet ist. In den Walzgerüsten 2, 3 wird daher ein stabförmiges Walzgut 1, z. B. Stabstahl oder Draht, gewalzt. Das

Walzgut 1 könnte aber auch ein Band sein. Das Walzgut 1 kann aus Stahl, Kupfer, Aluminium, Messing oder einem anderen Metall bestehen.

[0022] Zwischen den Walzgerüsten 2, 3 ist eine Schwingungserfassungseinrichtung 4 angeordnet. Mittels der Schwingungserfassungseinrichtung 4 sind die Schwingungsamplitude A und die Schwingungsfrequenz f der Schwingung, also deren charakteristische Eigenschaften, quantitativ erfassbar.

[0023] Die erfaßte Schwingungsfrequenz f und die erfaßte Schwingungsamplitude A werden einer Zugermittlungseinrichtung 5 zugeführt, mit der die Schwingungserfassungseinrichtung 4 verbunden ist. Die Zugermittlungseinrichtung 5 vergleicht die erfaßte Schwingungsamplitude A und die erfaßte Schwingungsfrequenz f mit Kennpunkten, die in einem Speicher 6 abgespeichert sind. Sie ermittelt daraus einen Zug Z, der im Walzgut 1 herrscht. Falls der ermittelte Wert des Zuges Z negativ ist, herrscht im Walzgut 1 Druck.

[0024] Die Zugermittlungseinrichtung 5 ist mit einer Zugregleinrichtung 7 regeltechnisch verbunden, der sie den Zug Z zuführt. Der Zugregleinrichtung 7 wird ferner ein Sollzug Z^* zugeführt. Die Zugregleinrichtung 7 ermittelt aufgrund einer Differenz zwischen Zug Z und Sollzug Z^* einen Drehzahl-Zusatzsollwert δn^* , den sie an eine Drehzahlregleinrichtung 8 weitergibt, die mit ihr regeltechnisch verbunden ist. Der Drehzahlregleinrichtung 8 wird ferner eine Solldrehzahl n^* und - als Istwert - eine Drehzahl n zugeführt. Das vordere Walzgerüst 2 wird also aufgrund einer Differenz zwischen herrschendem Zug Z bzw. Druck und Sollzug Z^* mit dem Drehzahl-Zusatzsollwert δn^* beaufschlagt, so daß sich im Walzgut 1 zwischen den Walzgerüsten 2, 3 der Sollzug Z^* aufbaut.

[0025] Prinzipiell ist es ausreichend, wenn eine charakteristische Eigenschaft der Schwingung, also nur die Schwingungsamplitude A oder nur die Schwingungsfrequenz f, erfaßt wird. Die Erfassung beider Eigenschaften A, f ist jedoch besonders deshalb von Vorteil, weil dann eine gegenseitige Plausibilitätsprüfung der beiden erfaßten Eigenschaften A, f möglich ist.

[0026] Die Schwingungserfassungseinrichtung 4, mittels derer die charakteristische Eigenschaft(en) A, f der Schwingung erfaßt werden, kann beispielsweise als Kameraeinrichtung 4 ausgebildet sein. Handelsübliche CCD-Kameras beispielsweise liefern mindestens eindimensionale dynamische Bilder mit einer Auflösung von 5000 Pixeln bei einer Bildfrequenz von 50 Hz. Für viele Anwendungen ist dies hinreichend. Gegebenenfalls können auch CCD-Kameras mit höheren Bildfrequenzen bis 2 kHz eingesetzt werden.

[0027] Gemäß Figur 2 weist die Kameraeinrichtung 4 zwei Kameras 9, 10 auf, die unter voneinander verschiedenen Bildrichtungen bezüglich des Walzguts 1 angeordnet sind. Die Bilder, welche die Kameras 9, 10 quer zur Transportrichtung x liefern, werden also aus voneinander verschiedenen Bildrichtungen aufgenom-

men. Im Einzelfall kann aber auch die Verwendung nur einer Kamera 9 bzw. 10 hinreichend sein.

[0028] Es ist möglich, die von den Kameras 9, 10 aufgenommenen Bilder in einer Auswerteeinrichtung 11 lediglich bezüglich der charakteristischen Eigenschaften A, f der Schwingung auszuwerten. Vorzugsweise werden jedoch auch Breite b und Höhe h des Walzguts 1 mit erfaßt. Es werden also mittels der dynamischen Bilder auch die Abmessungen h, b des Walzguts 1 quer zur Transportrichtung x bestimmt. Auch aus den Abmessungen h, b kann der im Walzgut 1 herrschende Zug Z bestimmt werden.

[0029] Im Regelfall genügt zur Bestimmung des im Walzgut 1 herrschenden Zuges Z die Auswertung der Frequenz f der Schwingung. Insbesondere bei sehr kleinem Zug Z bzw. bei Druck nimmt jedoch auch die Amplitude A der Schwingung große Werte an, so daß bei kleinem Zug Z und bei Druck auch die Amplitude A sinnvoll ausgewertet werden kann.

[0030] Die Auswertung von Frequenz f und Amplitude A der Schwingung wird unzuverlässig, wenn die Walzgerüste 2, 3 mit einer Drehzahl n betrieben werden, die im Resonanzfrequenzbereich des Walzguts 1 liegt. Aufgrund kleiner Amplitude A der Schwingung ist die Auswertung von Frequenz f und Amplitude A der Schwingung ferner auch dann unzuverlässig, wenn das Walzgut 1 einen großen Querschnitt aufweist. In diesem Fall ist aber leicht eine Bestimmung des im Walzgut 1 herrschenden Zuges Z anhand der Breite b möglich.

[0031] Im Ergebnis kann also mit nur einem Sensor, nämlich der Kameraeinrichtung 4, trotz variabler Betriebsbedingungen durch entsprechend angepaßte Auswertung des von der Kameraeinrichtung 4 gelieferten Signals stets zuverlässig der im Walzgut 1 herrschende Zug Z bestimmt werden.

[0032] Vorzugsweise wird aufgrund der bestimmten Höhe h und der bestimmten Breite b des Walzguts 1 auch mindestens ein Steuerparameter des vorderen Walzgerüsts 2 variiert. Beispielsweise ist es möglich, den Walzspalt s durch Vorgabe eines neuen Sollwalzspalts s^* entsprechend zu variieren. Hierzu ist die Kameraeinrichtung 4 mit einer Walzspaltregleinrichtung 8' für das vordere Walzgerüst 2 regeltechnisch verbunden. Auch kann aufgrund der erfaßten Abmessungen h, b des Walzguts 1 eine Drehzahlregelung des vorderen Walzgerüsts 2 erfolgen.

[0033] Gemäß Figur 2 ist die Kameraeinrichtung 4 in einem geschlossenen Rahmen 12 angeordnet. Im Inneren des Rahmens 12 herrscht Überdruck, damit Verunreinigungen nicht in das Innere des Rahmens 12 gelangen können. Ferner wird das Innere des Rahmens 12 mittels einer Kühleinrichtung 13 gekühlt, damit die im Inneren des Rahmens 12 angeordneten Komponenten 9, 10, 11 zuverlässig arbeiten. Der Rahmen 12 ist, wie in Figur 2 durch einen Doppelpfeil angedeutet, als Einheit aus der Walzstraße heraus bewegbar. Eine Demontage in der Walzstraße ist somit nicht erforderlich.

[0034] Die Kennpunkte, anhand derer der Zug Z ermittelt wird, können vorab ermittelt und im Speicher 6 hinterlegt worden sein. Es ist aber auch möglich, die Kennpunkte experimentell zu ermitteln und/oder zu aktualisieren. Zur Aktualisierung können insbesondere Antriebsmomente M2, M3 ausgewertet werden, welche vom vorderen bzw. hinteren Walzgerüst 2, 3 in der An- bzw. Auslaufphase aufgebracht werden.

[0035] Beispielsweise weist das Walzgut 1 eine Walzgutspitze 1' auf. Solange die Walzgutspitze 1' sich zwischen den Walzgerüsten 2, 3 befindet, wird das Walzgut 1 von dem vorderen Walzgerüst 2 zugfrei zum hinteren Walzgerüst 3 transportiert. Wenn hingegen die Walzgutspitze 1' in das hintere Walzgerüst 3 eingelaufen ist, kann das hintere Walzgerüst 3 den Zug Z auf den Walzgutabschnitt zwischen den Walzgerüsten 2, 3 ausüben.

[0036] Gemäß Figur 3 läuft die Walzgutspitze 1' zum Zeitpunkt T1 in das vordere Walzgerüst 2 ein. Dieses Einlaufen (= Anstich) verursacht kurzzeitig ein stark schwankendes Antriebsmoment M2 im vorderen Walzgerüst 2. Diese starken Schwankungen sind zu einem Zeitpunkt T2 beendet. Nach diesem Zeitpunkt T2 wird das vom vorderen Walzgerüst 2 aufgebrachte Antriebsmoment M2 mehrfach erfaßt, einer Recheneinheit 15 zugeführt und gemittelt. Dieser Mittelwert wird nachfolgend vorderes Freimoment M2F genannt.

[0037] Zu einem Zeitpunkt T3 läuft die Walzgutspitze 1' in das hintere Walzgerüst 3 ein. Hierbei ergeben sich wieder starke Schwankungen des von dem vorderen Walzgerüst 2 aufgebrachten Antriebsmoments M2. Die starken Schwankungen sind zu einem Zeitpunkt T4 beendet. Ab diesem Zeitpunkt T4 wird wieder mehrfach das von dem vorderen Walzgerüst 2 aufgebrachte Antriebsmoment M2 erfaßt, der Recheneinheit 15 zugeführt und gemittelt. Dieser neue Mittelwert wird als vorderes Zugmoment M2Z bezeichnet.

[0038] Aus einem Vergleich von vorderem Freimoment M2F und vorderem Zugmoment M2Z kann von der Recheneinheit 15 der in dem Walzgut 1 herrschende Zug Z ermittelt werden.

[0039] Gleichzeitig mit dem Messen des vorderen Zugmoments M2Z werden die charakteristischen Eigenschaften A, f der Schwingung des Walzguts 1 erfaßt und der Recheneinheit 15 zugeführt. Ferner wird über eine Temperaturerfassungseinrichtung 14 eine Temperatur T des Walzguts 1 erfaßt und der Recheneinheit 15 zugeführt. Schwingungsamplitude A, Schwingungsfrequenz f, Breite b, Höhe h, Temperatur T und Zug Z werden dann von der Recheneinheit 15 als ein Kennpunkt zusammengefaßt und im Speicher 6 hinterlegt. Ggf. können auch die erfaßten Walzgutabmessungen h, b mit hinterlegt werden.

[0040] In analoger Weise kann auch der Auslauf des Walzguts 1 zur Ermittlung von Kennpunkten herangezogen werden.

[0041] Gemäß Figur 4 läuft zu einem Zeitpunkt T5

das Walzgutende 1" aus einem dem vorderen Walzgerüst 2 unmittelbar vorgelagerten Vorgerüst 16 aus. Ab diesem Zeitpunkt T5 wird ein von dem hinteren Walzgerüst 3 aufgebrachtes Antriebsmoment M3 mehrfach erfaßt, der Recheneinheit 15 zugeführt und gemittelt. Der Mittelwert wird nachfolgend hinteres Zugmoment M3Z genannt.

[0042] Diese Momenterfassung und Mittelwertbildung wird beendet, bevor das Walzgutende 1" zu einem Zeitpunkt T6 aus dem vorderen Walzgerüst 2 ausläuft. Nach dem Auslaufen des Walzgutendes 1" aus dem vorderen Walzgerüst 2 wird wieder mehrfach das vom hinteren Walzgerüst 3 aufgebrachte Antriebsmoment M3 erfaßt, der Recheneinheit 15 zugeführt und gemittelt. Dieser neue Mittelwert wird nachfolgend als hinteres Freimoment M3F bezeichnet. Die Erfassung und Mittelwertbildung wird vor einem Zeitpunkt T7, zu dem das Walzgutende 1" aus dem hinteren Walzgerüst 3 ausläuft, beendet.

[0043] Durch Vergleich von hinterem Freimoment M3F und hinterem Zugmoment M3Z kann wieder der Zug Z im Walzgut 1 zwischen den Walzgerüsten 2, 3 ermittelt werden. Analog wie zuvor bei der Walzgutspitze 1' werden wieder die charakteristischen Eigenschaften A, f der Schwingung zusammen mit den Abmessungen h, b des Walzguts 1 und der Temperatur T des Walzguts 1 sowie der gemessene Zug Z von der Recheneinheit 15 als Kennpunkt im Speicher 6 hinterlegt.

[0044] Mit dem erfindungsgemäßen Zugregelverfahren und der hiermit korrespondierenden Walzstraße ist eine Vielzahl von Vorteilen erzielbar. Insbesondere ist eine kontinuierliche Zugregelung auf minimalen Zug möglich. Auch kann die Zugregelung in beliebigen Walzgutabschnitten zwischen je zwei Walzgerüsten 2, 3 gestartet werden. Die erfaßten Abmessungen h, b des Walzguts 1 sind auch für die Walzspaltregelung einsetzbar. Darüber hinaus kann das Erfassen des Walzguts 1 als solches auch für die Materialflußverfolgung verwendet werden. Schließlich ist das Zugregelverfahren kostengünstig implementierbar und auch bei vorhandenen Walzstraßen leicht nachrüstbar.

[0045] Wie aus Fig. 5 und 6 zu ersehen, besteht die Walzgerüstanordnung für das Walzen von Profilstäben, insb. H-Trägern aus einer Kompaktwalzgruppe, die ein eingangsseitiges Universalgerüst UR und ein ausgangsseitiges Universalgerüst UF sowie ein, zwischen diesen angeordnetes Stauchgerüst E aufweist. Diese Kompaktwalzgruppe wird in der Regel reversierend betrieben. Zwischen dem eingangsseitigen Universalgerüst UR und dem Stauchgerüst E ist ein Meßgerät MG angeordnet, das (vgl. Fig. 5) die Höhe b der beiden Flansche FL1 und FL2, d.h. die Breite der Flanschen des Profilstabes PS von beiden Seiten her ermittelt. Diese ermittelten Meßwerte werden auf nicht dargestellte Weise an eine Recheneinrichtung weitergeleitet.

Bezugszeichenliste

[0046]

1
Walzgut
1'
Walzgutspitze
1"
Walzgutende
2, 3, 16
Gerüste
4
Schwingungserfassungseinrichtung
5
Zugermittlungseinrichtung
6
Speicher
7, 8, 8'
Regeleinrichtungen
9, 10
Kameras
11
Auswerteeinrichtung
12
Rahmen
13
Kühleinrichtung
14
Temperaturerfassungseinrichtung
15
Recheneinheit
A
Schwingungsamplitude
b
Breite
f
Schwingungsfrequenz
h
Höhe
M2, M2F, M2Z, M3, M3F, M3Z
Momente
n, n*, δn^*
Drehzahlen
s, s*
Walzspalte
T
Temperatur
T1 - T7
Zeitpunkte
x
Transportrichtung
Z, Z*
Züge
UR
Universalgerüst
UF
Universalgerüst

E
Stauchgerüst
MG
Meßgerät
5 FL1
Flansch
FL2
Flansch
PS
10 Profilstab

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zur Zugregelung zwischen den Walzgerüsten von Walzenstraßen für Stabstahl, Draht oder Profile mit Steuerung der Antriebsdrehzahlen aufeinanderfolgender Walzgerüste,
dadurch gekennzeichnet,
daß beim Walzen von Stäben oder Drähten von den Schwingungen, die der Stab oder der Draht zwischen zwei aufeinanderfolgenden Walzgerüsten (2, 3) ausführt, mindestens eine Eigenschaft (A, f) der Schwingung quantitativ erfaßt und durch Vergleich mit Kennpunkten daraus ein im Walzgut (1) zwischen den Walzgerüsten (2, 3) herrschender Zug (Z) bzw. Druck ermittelt wird, und ein Walzgerüst (2) der beiden Walzgerüste (2, 3) derart nachgeregelt wird, daß sich im Walzgut (1) zwischen den Walzgerüsten (2, 3) ein Sollzug (Z*) aufbaut.
- 25 2. Zugregelverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die charakteristische Eigenschaft (A, f) der Schwingung die Frequenz (f) und/oder die Amplitude (A) der Schwingung ist.
- 30 3. Zugregelverfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das nachgeregelte Walzgerüst (2) aufgrund einer Differenz zwischen herrschendem Zug (Z) bzw. Druck und Sollzug (Z*) mit einem Drehzahl-Zusatzsollwert (δn^*) beaufschlagt wird.
- 40 4. Zugregelverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die charakteristische Eigenschaft (A, f) der Schwingung mittels einer Kameraeinrichtung (4) erfaßt wird, die mindestens ein mindestens eindimensionales dynamisches Bild des Walzguts (1) quer zur Transportrichtung (x) liefert.
- 50 5. Zugregelverfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kameraeinrichtung (4) zwei mindestens eindimensionale dynamische Bilder des Walzguts (1) quer zur Transportrichtung (x) liefert, wobei die Bilder aus voneinander verschiedenen Bildrichtungen aufgenommen werden.
- 55

6. Zugregelverfahren nach Anspruch 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß mittels der dynamischen Bilder mindestens eine Abmessung (h, b) des Walzguts (1) quer zur Transportrichtung (x) bestimmt wird.

5

7. Zugregelverfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß aufgrund der bestimmten Abmessung (h, b) des Walzguts (1) mindestens ein Steuerparameter (s^*) des vorderen Walzgerüsts (2), insbesondere ein Walzspalt (s^*) oder eine Drehzahl (n), variiert wird.

10

8. Zugregelverfahren nach einem der obigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- daß das Walzgut (1) eine Walzgutspitze (1') aufweist, 20
- daß nach dem Einlaufen der Walzgutspitze (1') in das vordere Walzgerüst (2) und vor dem Einlaufen der Walzgutspitze (1') in das hintere Walzgerüst (3) ein von dem vorderen Walzgerüst (2) aufgebrachtes vorderes Freimoment (M2F) erfaßt wird, 25
- daß nach dem Einlaufen der Walzgutspitze (1') in das hintere Walzgerüst (3) ein von dem vorderen Walzgerüst (2) aufgebrachtes vorderes Zugmoment (M2Z) erfaßt wird, 30
- daß aus einem Vergleich von vorderem Freimoment (M2F) und vorderem Zugmoment (M2Z) ein in dem Walzgut (1) herrschender Zug (Z) ermittelt wird und 35
- daß der Zug (Z) und die bei diesem Zug (Z) gemessene charakteristische Eigenschaft (A, f) der Schwingung als Kennpunkt im einem Speicher (6) abgespeichert werden.

9. Zugregelverfahren nach einem der obigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- daß das Walzgut (1) ein Walzgutende (1'') aufweist, 45
- daß nach dem Auslaufen des Walzgutendes (1'') aus einem dem vorderen Walzgerüst (2) unmittelbar vorgelagerten Vorgerüst (16) und vor dem Auslaufen des Walzgutendes (1'') aus dem vorderen Walzgerüst (2) ein von dem hinteren Walzgerüst (3) aufgebrachtes hinteres Zugmoment (M3Z) erfaßt wird, 50
- daß nach dem Auslaufen des Walzgutendes (1'') aus dem vorderen Walzgerüst (2) ein von dem hinteren Walzgerüst (3) aufgebrachtes hinteres Freimoment (M3F) erfaßt wird, 55
- daß aus einem Vergleich von hinterem Freimoment (M3F) und hinterem Zugmoment (M3Z)

ein in dem Walzgut (1) herrschender Zug (Z) ermittelt wird und

- daß der Zug (Z) und die bei diesem Zug (Z) gemessene charakteristische Eigenschaft (A, f) der Schwingung als Kennpunkt im einem Speicher (6) abgespeichert werden.

10. Zugregelverfahren nach Anspruch 8 oder 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß zusätzlich auch eine im Walzgut (1) herrschende Temperatur (T) erfaßt und abgespeichert wird.

11. Walzstraße für Walzgut (1), insbesondere stabförmiges Walzgut (1), z. B. Stabstahl oder Draht, mit einem vorderen und einem hinteren Walzgerüst (2, 3), wobei eine Zugermittlungseinrichtung (5) mit einer Zugregeleinrichtung (7) für das Walzgut (1) zwischen den Walzgerüsten (2, 3) regeltechnisch verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet,

- daß zwischen den Walzgerüsten (2, 3) eine Schwingungserfassungseinrichtung (4) zum quantitativen Erfassen mindestens einer charakteristischen Eigenschaft (A, f) einer Schwingung des Walzguts (1) quer zu einer Transportrichtung (x) vom vorderen zum hinteren Walzgerüst (2, 3) angeordnet ist,
- daß die Schwingungserfassungseinrichtung (4) mit der Zugermittlungseinrichtung (5) verbunden ist, und
- daß mittels der Zugermittlungseinrichtung (5) durch Vergleich mit Kennpunkten ein im Walzgut (1) zwischen den Walzgerüsten (2, 3) herrschender Zug (Z) bzw. Druck ermittelbar ist.

12. Walzstraße nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die charakteristische Eigenschaft (A, f) der Schwingung die Frequenz (f) und/oder die Amplitude (A) der Schwingung ist.

13. Walzstraße nach Anspruch 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zugregeleinrichtung (7) zur Vorgabe eines Drehzahl-Zusatzsollwertes (δn^*) mit einer Drehzahlregeleinrichtung (8) für eines (2) der Walzgerüste (2, 3) regeltechnisch verbunden ist.

14. Walzstraße nach Anspruch 11, 12 oder 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schwingungserfassungseinrichtung (4) als Kameraeinrichtung (4) ausgebildet ist, mittels derer mindestens ein mindestens eindimensionales dynamisches Bild des Walzguts (1) quer zur Transportrichtung (x) lieferbar ist.

15. Walzstraße nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,
daß die Kameraeinrichtung (4) zwei Kameras (9, 10) aufweist, die unter voneinander verschiedenen Bildrichtungen bezüglich des Walzguts (1) angeordnet sind. 5

16. Walzstraße nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet,
daß die Kameraeinrichtung (4) mit einer Regeleinrichtung (8') für das vordere Walzgerüst (2) regeltechnisch verbunden ist. 10

17. Walzstraße nach Anspruch 14, 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet,
daß die Kameraeinrichtung (4) in einem als Einheit bewegbaren Rahmen (12) angeordnet ist. 15

18. Walzstraße nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet,
daß der Rahmen (12) geschlossen ist, in seinem Innerem Überdruck herrscht und das Innere gekühlt ist. 20

19. Walzstraße nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen den Walzgerüsten (2, 3) eine Temperaturerfassungseinrichtung (14) angeordnet ist. 25

20. Verfahren zur Zugregelung zwischen den Walzgerüsten von Walzenstraßen für Stabstahl, Draht oder Profile, mit Steuerung der Antriebsdrehzahlen aufeinanderfolgender Walzgerüste, dadurch gekennzeichnet,
daß beim Walzen von Profilstäben zwischen zwei aufeinanderfolgenden Gerüsten das Profil des Stabes mit Profilmeßgeräten gemessen und die Werte der von diesen erfaßten jeweiligen Flanschbreiten in einer Recheneinrichtung mit vorgegebenen Festwerten verglichen zu Korrekturen der Drehzahlstellwerte der nachfolgenden Walzgerüste verwertet werden. 30 35 40

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet,
daß die Werte der von den Profilmeßgeräten erfaßten Flanschbreiten mit Werten von Flanschbreiten verglichen werden, die von den beiden Walzgerüsten vorgeordneten weiteren Profilmeßgeräten erfaßt wurden. 45 50

23. Verfahren nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch
die Verwendung von, die Flanschbreite von Profilen erfassenden Laser-Meßgeräten bzw. Zeilenkameras. 55

24. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet,
daß bei Anordnung der Meßgeräte in einer, aus einem eingangsseitigen Universalgerüst (UR), einem Stauchgerüst (E) und einem ausgangsseitigen Universalgerüst (UF) bestehenden Kompaktwalzgruppe zwischen dem eingangsseitigen Universalgerüst (UR) und dem Stauchgerüst (E) eine erste Messung der Flanschbreite (b) des in die Kompaktwalzgruppe einlaufenden Profilstranges (PS) erfolgt, bevor dieser das ausgangsseitige Universalgerüst (UF) erreicht hat, und daß dieser eine zweite Messung folgt, wenn das ausgangsseitige Universalgerüst (UF) den Profilstrang (PS) erfaßt hat. 14

Fig.1

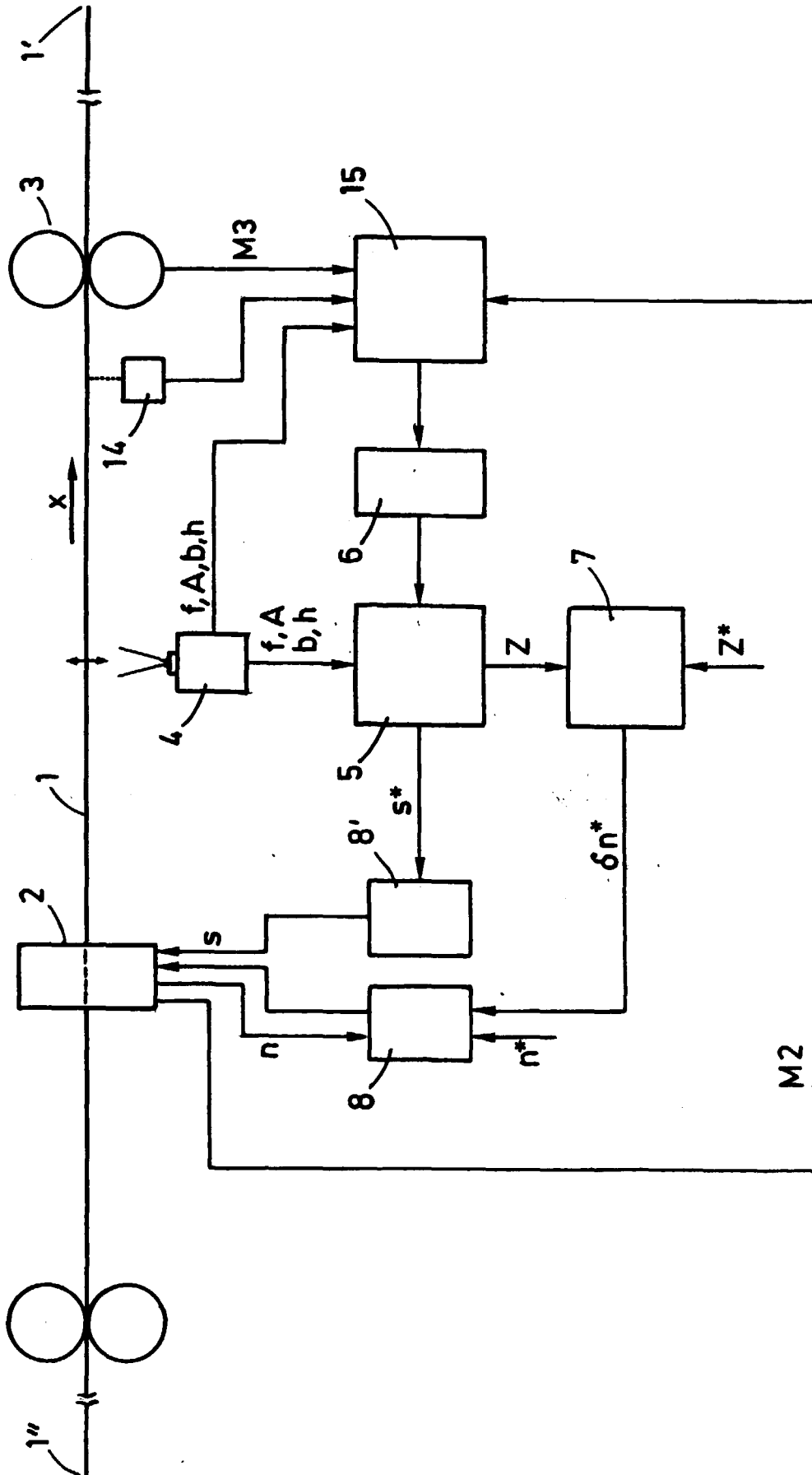
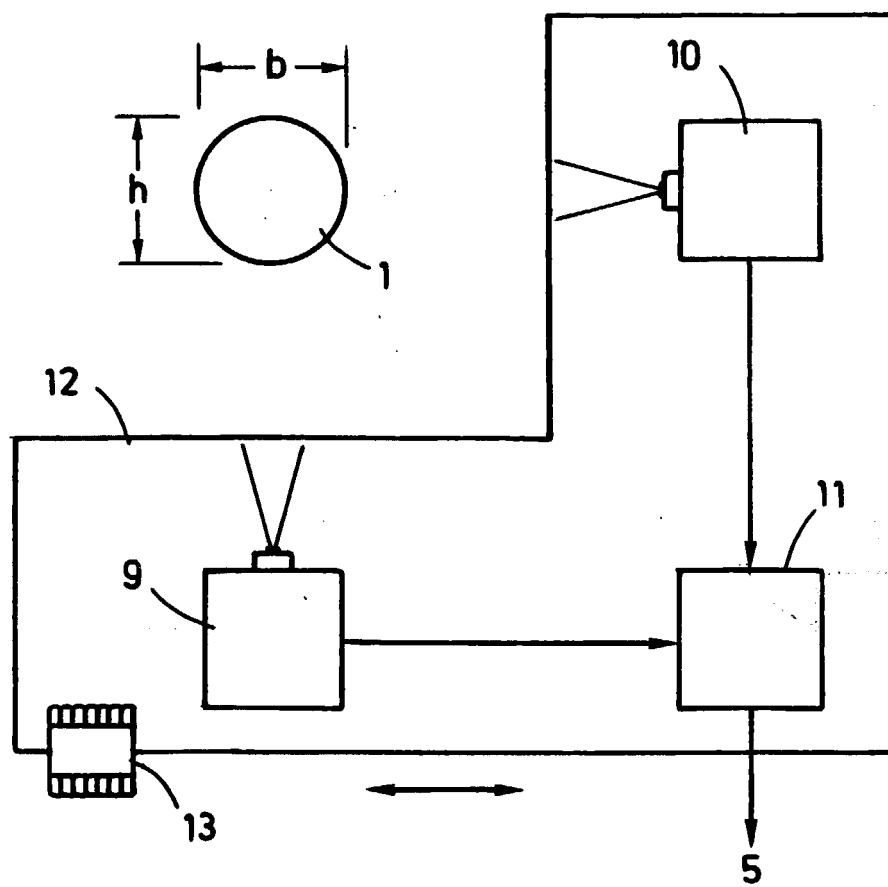


Fig. 2



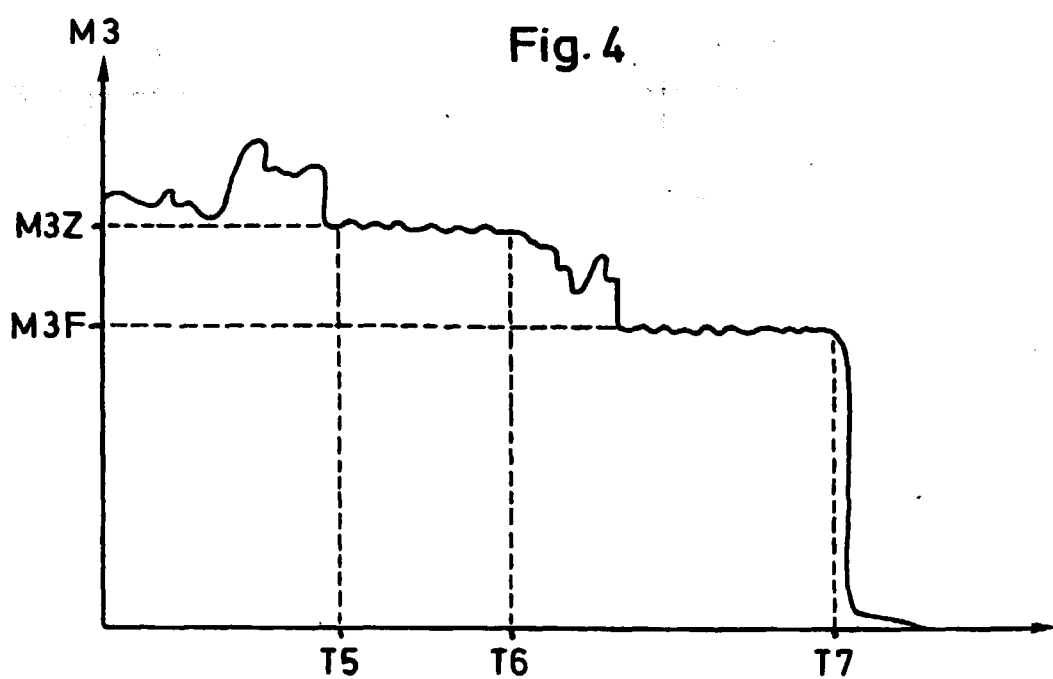
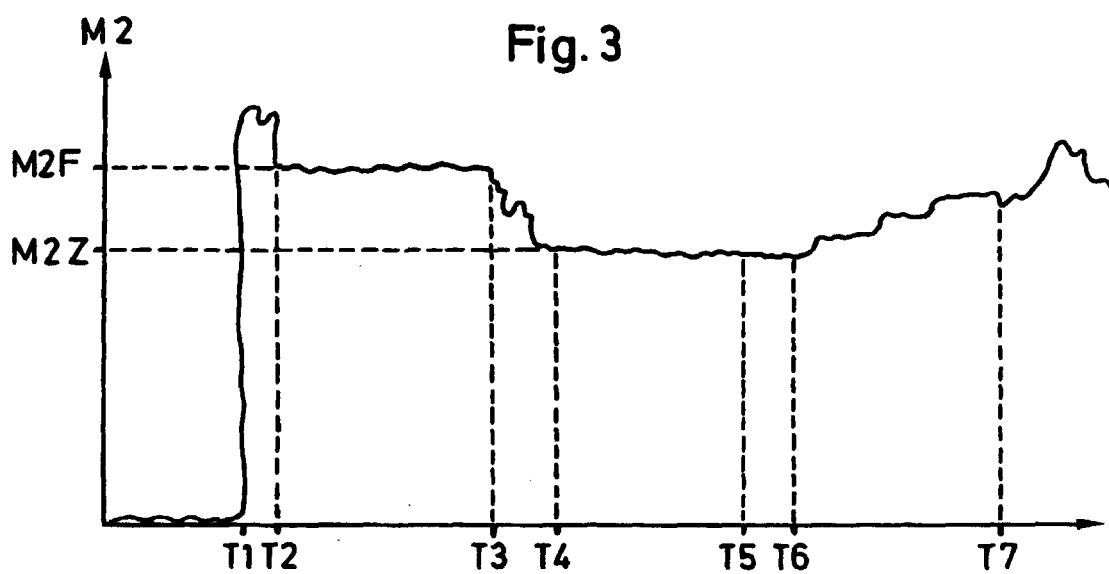


Fig. 5

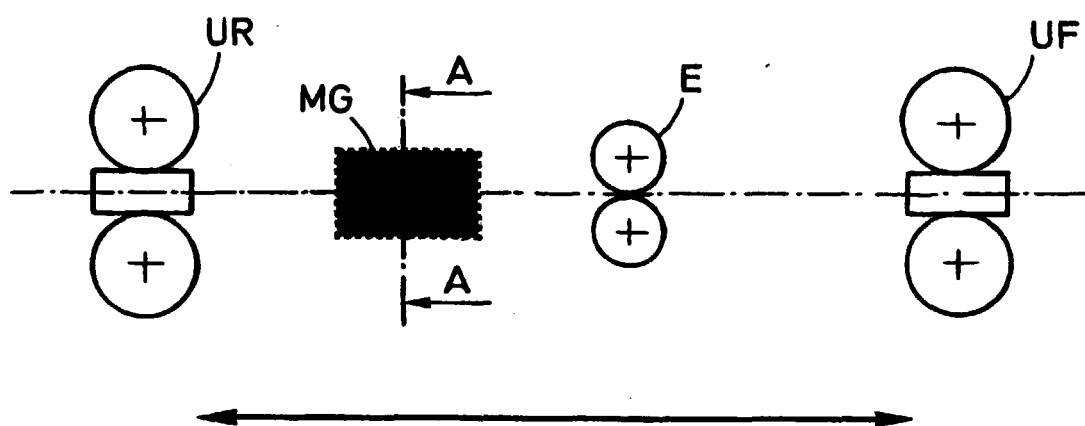


Fig. 6

