

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 998 990 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.05.2000 Patentblatt 2000/19

(51) Int. Cl.⁷: B21B 37/22

(21) Anmeldenummer: 99120828.1

(22) Anmeldetag: 25.10.1999

(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: 05.11.1998 DE 19851053

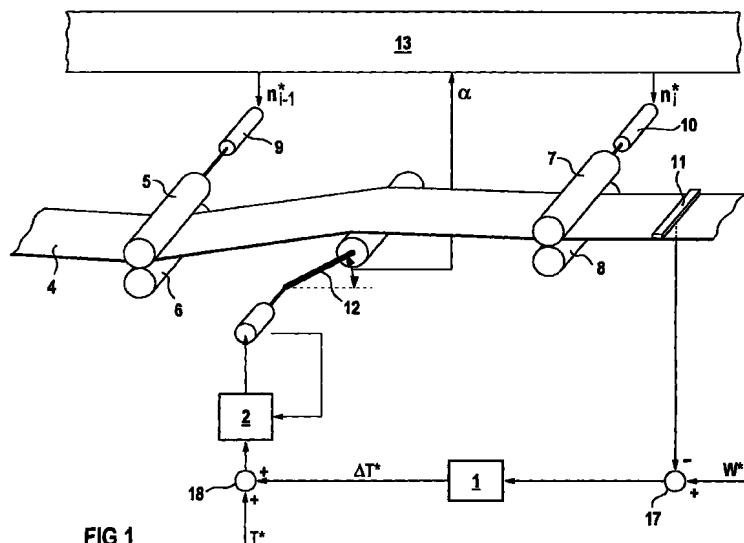
(71) Anmelder:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• Müller, Matthias,
Dr.
91054 Buckenhof (DE)
• Steidl, Siegbert,
Dipl.-Ing.
91074 Herzogenaurach (DE)

(54) Verfahren und Einrichtung zum Regeln der Breite eines Metallbandes

(57) Verfahren zum Regeln der Breite (w) eines Metallbandes (4) in einer Walzstraße mit zumindest einem Walzgerüst, wobei die Breite (w) des Metallbandes (4) hinter dem Walzgerüst gemessen wird, wobei zur Einstellung der Breite (w) des Metallbandes (4) der

Zug im Metallband (4) vor dem Walzgerüst in Abhängigkeit der hinter dem Walzgerüst gemessenen Breite (w) des Metallbandes (4) eingestellt wird.



EP 0 998 990 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Einrichtung zum Regeln der Breite eines Metallbandes in einer Walzstraße mit zumindest einem Walzgerüst.

[0002] Aus der EP 0 375 095 B1 ist ein Verfahren zum kontinuierlichen Regeln der Bandbreite beim Fertigwalzen von Warmband auf einer mehrgerüstigen Walzstraße bekannt, wobei die Bandbreite zumindest hinter der Fertigstaffel und die Banddicke hinter dem letzten Gerüst gemessen und Dickenänderungen über einen Dickenregelkreis am letzten Gerüst ausgeregelt werden. Dabei wird die Bandbreite kontinuierlich unmittelbar nach dem letzten Stich und vor dem vorletzten Stich gemessen. Die Meßwerte werden einem Breitenregler mit Vorsteuerung zugeführt, der die Breite des Metallbandes durch Beeinflussung des Walzspaltes am letzten Gerüst regelt. Der Nachteil dieses Verfahrens ist, daß durch den Eingriff auf die Einstellung des letzten Gerüsts auch die Banddicke verändert wird, wenn sie nicht durch aufwendige Kompensation konstant gehalten wird.

[0003] Entsprechend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren bzw. eine Einrichtung anzugeben, mittels der die Bandbreite ohne unzulässig hohe Rückwirkungen auf die Bandbreite geregelt wird. Dabei soll das Verfahren möglichst einfach und robust sein. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 oder gemäß Anspruch 6 bzw. eine Einrichtung gemäß Anspruch 13 oder Anspruch 14 gelöst.

[0004] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der erfindungsgemäßen Einrichtung zum Regeln der Breite eines Metallbandes in einer Walzstraße mit zumindest einem Walzgerüst, wobei die Breite des Metallbandes hinter dem Walzgerüst gemessen wird, wird zur Einstellung der Breite des Metallbandes der Zug im Metallband vor dem Walzgerüst in Abhängigkeit der hinter dem Walzgerüst gemessenen Breite des Metallbandes eingestellt. In alternativer und erforderlicher Weise wird bei einem Verfahren bzw. einer Einrichtung zum Regeln der Breite eines Metallbandes in einer Walzstraße mit zumindest zwei Walzgerüsten die Breite des Metallbandes vor einem ersten Walzgerüst gemessen. Zur Einstellung der Breite des Metallbandes wird der Zug im Metallband mittels eines Breitenreglers vor einem dem ersten Walzgerüst nachgeordneten zweiten Walzgerüst in Abhängigkeit der vor dem ersten Walzgerüst gemessenen Breite des Metallbandes eingestellt.

[0005] Auf diese Weise ist es möglich, die Breite des Metallbandes deutlich besser einem gewünschten Sollwert anzunähern, so daß für eine Walzstraße erhebliche Tonnen Stahl pro Jahr eingespart werden, weil ein Randverschnitt durch Besäumscheren entfällt.

[0006] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Walzstraße zumindest zwei Walzgerüste auf, wobei die Breite des Metallbandes hinter dem zweiten Walzgerüst gemessen wird, und wobei zur Einstellung

der Breite des Metallbandes der Zug im Metallband vor dem zweiten Walzgerüst in Abhängigkeit der hinter dem zweiten Walzgerüst gemessenen Breite des Metallbandes eingestellt wird.

[0007] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Walzstraße als mehrgerüstige Walzstraße mit mehr als zwei Walzgerüsten ausgeführt, wobei die Breite des Metallbandes hinter dem letzten Walzgerüst gemessen wird, und wobei zur Einstellung der Breite des Metallbandes der Zug im Metallband vor dem letzten Walzgerüst in Abhängigkeit der hinter dem letzten Walzgerüst gemessenen Breite des Metallbandes eingestellt wird.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Breitenregler, insbesondere on-line, an die Eigenschaften der Walzstraße adaptiert wird.

[0008] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Breite des Metallbandes hinter dem zweiten Walzgerüst gemessen und der Breitenregler, insbesondere on-line, in Abhängigkeit der hinter dem zweiten Walzgerüst gemessenen Breite des Metallbandes an die Eigenschaften der Walzstraße adaptiert.

[0009] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Breitenregler in Abhängigkeit von Walzparametern an die Eigenschaften der Walzstraße adaptiert.

[0010] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind das erste und das zweite Walzgerüst die letzten beiden Walzgerüste einer mehrgerüstigen Walzstraße.

[0011] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Zug im Metallband mittels eines Schlingenhebers eingestellt.

[0012] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Zug im Metallband mittels einer Minimalzugregelung eingestellt.

[0013] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Zug im Metallband durch Vorgabe eines Zusatzsollwertes für eine Zugregelung eingesetzt.

[0014] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung. Im einzelnen zeigen:

FIG 1 eine Zugregelung mittels Schlingenregler
FIG 2 eine Minimalzugregelung
FIG 3 einen Breitenregler mit Monitorregler
FIG 4 einen Breitenregler mit Adaption.

[0015] In FIG 1 bezeichnet Bezeichnungen 4 ein Metallband, das in einer Walzstraße gewalzt wird. Die Walzstraße weist Walzgerüste auf, die in FIG 1 durch die Walzen 5, 6, 7 und 8 angedeutet sind. In FIG 1 bezeichnen die Indices i die Nummer der Walzgerüste.

So ist das Walzgerüst mit den Walzen 5 und 6 das i-1-te und das Walzgerüst mit den Walzen 7 und 8 das i-te Walzgerüst. Die Walzgerüste werden durch Motoren 9 und 10 angetrieben, die ihre Solldrehzahlen n_{i-1}^* bzw.

n_i^* von einem übergeordneten Drehzahl-Sollwertgeber 13 erhalten. Zwischen dem i-1-ten und dem i-ten Walzgerüst ist ein Schlingenheber 12 angeordnet, mittels dessen der Zug im Metallband 4 zwischen dem i-1-ten und dem i-ten Walzgerüst eingestellt wird. Eingangsgröße in den Drehzahl-Sollwertgeber 13 ist u.a. der Schlingenheberwinkel α . Der Schlingenheber wird mittels eines Schlingenreglers 2 geregelt. Hinter dem i-ten Walzgerüst ist ein Breitenmeßgerät 11 angeordnet, das einen Meßwert w für die Breite des Metallbandes 4 liefert. Dieser Meßwert w der Breite des Metallbandes 4 wird mittels eines Summationspunktes 17 von einem Sollwert w^* der Breite des Metallbandes abgezogen. Diese Differenz ist Eingangsgröße für einen Breitenregler 1, der einen Bandzug-Zusatzsollwert ΔT^* liefert. Mittels eines Summationspunktes 18 wird dieser Bandzug-Zusatzsollwert ΔT^* zu einem Bandzug-Sollwert T^* hinzugaddiert. Die Summe bildet den Sollwert für den Bandzugregler 2.

[0016] Während FIG 1 den beispielhaften Einsatz der Erfindung im Zusammenhang mit einer Einstellung des Bandzugs mittels eines Schlingenhebers 12 zeigt, zeigt FIG 2 den beispielhaften Einsatz der Erfindung für eine Walzstraße mit Minimalzugregelung. Dabei haben Bezugssymbole 4 bis 11, 17, i-1, i, w, und w^* die gleiche Bedeutung wie in FIG 1. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Breitenregler 19 vorgesehen, der einen Bandzug-Zusatzsollwert $\Delta T^*_{i-1,i}$ in Abhängigkeit der Differenz zwischen dem Sollwert w^* der Breite des Metallbandes 4 und dem Meßwert w der Breite des Metallbandes 4 ermittelt. Ferner ist ein Bandzugmeßgerät 15 vorgesehen, das einen Meßwert $T_{i-1,i}$ des Bandzuges zwischen dem i-1-ten und dem i-ten Walzgerüst liefert. Dieser Meßwert $T_{i-1,i}$ wird einem Drehzahl-Sollwertgeber 14 zugeführt.

[0017] Eingangsgrößen in den Drehzahl-Sollwertgeber 14 sind u.a. der Meßwert $T_{i-1,i}$ sowie der Bandzug-Zusatzsollwert $\Delta T^*_{i-1,i}$.

[0018] Der Drehzahl-Sollwertgeber 14 ermittelt die Sollwerte n_{i-1}^* und n_i^* für die Drehzahlen des i-1-ten und i-ten Walzgerüsts derart, daß sich zwischen ihnen ein Zug entsprechend der Summe $T^*_{i-1,i} + \Delta T^*_{i-1,i}$ einstellt.

[0019] FIG 3 zeigt das Zusammenwirken eines Breitenreglers 26 mit einem Monitorregler 27. Zwar ist im Ausführungsbeispiel gemäß FIG 3 ein Schlingenheber 12 vorgesehen, jedoch kann der Monitorregler 27 entsprechend auch im Zusammenhang mit einer Minimalzugregelung - wie in FIG 2 beschrieben - eingesetzt werden. Bezugssymbole 4 bis 8, 11, 12, 18, i-1, i, w, w^* , T^* und ΔT^* entsprechen den entsprechenden Bezugssymbolen in FIG 1. Der Monitorregler 27 weist in beispielhafter Ausgestaltung ein PT1-Glied 20 und ein Totzeitglied 21 auf. Eingang des Monitorreglers ist der Bandzug-Zusatzsollwert, der von dem Breitenregler 26 ermittelt wird. Der Ausgang des Monitorreglers 27 wird mittels eines Summationspunktes 23 zum Meßwert w der Breite des Metallbandes 4 hinzugaddiert. Diese

Summe wird in vorteilhafter Weise mittels eines Istwertfilters 5 gefiltert. Der Ausgang des Istwertfilters 5 wird mittels eines Summationspunktes 24 vom Sollwert w^* der Breite des Metallbandes 4 subtrahiert. Diese Differenz ist Eingang des Breitenreglers 26.

[0020] FIG 4 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel, wobei ein Breitenregler 35 adaptiert wird. FIG 4 zeigt drei Walzgerüste: ein i-2-tes Walzgerüst, angedeutet durch die Walzen 40 und 41, ein i-1-tes Walzgerüst, angedeutet durch die Walzen 42 und 43, sowie ein i-tes Walzgerüst, angedeutet durch die Walzen 44 und 45. Mittels dieser Walzgerüste wird ein Metallband 4 gewalzt. Zur Einstellung des Bandzugs sind Schlingenheber 12 und 33 vorgesehen. Jedoch ist das gezeigte Ausführungsbeispiel auch im Zusammenhang mit einer Minimalzugregelung wie in FIG 2 entsprechend einsetzbar.

[0021] Bezugssymbole 2, 4, 11, 12, 17, 18, w^* , T^* und ΔT^* in FIG 4 entsprechen den entsprechenden Bezugssymbolen in FIG 1. w_i in FIG 4 entspricht w in FIG 1. Gemäß FIG 4 ist ein weiteres Breitenmeßgerät 30 vor dem i-1-ten Walzgerüst vorgesehen. Das Breitenmeßgerät 30 liefert einen Meßwert w_{i-2} der Breite des Metallbandes 4 vor dem i-1-ten Walzgerüst. Der Meßwert w_{i-2} wird mittels eines Summationspunktes 34 von einem Sollwert w^* für die Breite des Metallbandes 4 subtrahiert. Die Differenz ist Eingangsgröße in einem Breitenregler 35, der einen Bandzug-Zusatzsollwert ΔT^* für den Zug im Metallband 4 zwischen dem i-1-ten und dem i-ten Walzgerüst ermittelt. Der Breitenregler 35 wird mittels eines Adaptierers 36 in Abhängigkeit von Walzparametern x_1 bis x_n sowie der Differenz der Werte w^* und w_i adaptiert. Die Adaption erfolgt derart, daß die Differenz zwischen w^* und w_i möglichst klein bzw. Null ist.

[0022] Die Adaption erfolgt vorteilhafterweise mittels eines neuronalen Netzes oder mittels eines Verfahrens zur Parameteridentifikation.

[0023] Die Erfindung wird in den Ausführungsbeispielen gemäß FIG 1 bis 4 an einer beliebigen Stelle in einer mehrgerüstigen Walzstraße eingesetzt. Es kann ferner vorgesehen werden, sie an mehreren Stellen in einer mehrgerüstigen Walzstraße einzusetzen. Besonders vorteilhaft kommt die Walzstraße jedoch am Ende einer, insbesondere mehrgerüstigen, Walzstraße zum Einsatz. Dabei bezeichnet das i-te Walzgerüst das letzte Walzgerüst der Walzstraße und das i-1-te Walzgerüst das vorletzte Walzgerüst der Walzstraße.

50 Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln der Breite (w) eines Metallbandes (4) in einer Walzstraße mit zumindest einem Walzgerüst, wobei die Breite (w) des Metallbandes (4) hinter dem Walzgerüst gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Einstellung der Breite (w) des Metallbandes (4) der Zug im Metallband (4) vor dem Walzgerüst in Abhängigkeit der

- hinter dem Walzgerüst gemessenen Breite (w) des Metallbandes (4) eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Walzstraße zumindest zwei Walzgerüste aufweist, wobei die Breite (w) des Metallbandes (4) hinter dem zweiten Walzgerüst gemessen wird, und daß zur Einstellung der Breite (w) des Metallbandes (4) der Zug im Metallband (4) vor dem zweiten Walzgerüst in Abhängigkeit der hinter dem zweiten Walzgerüst gemessenen Breite (w) des Metallbandes (4) eingestellt wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Walzstraße als mehrgerüstige Walzstraße mit mehr als zwei Walzgerüsten ausgeführt ist, wobei die Breite (w) des Metallbandes (4) hinter dem letzten Walzgerüst gemessen wird, und daß zur Einstellung der Breite (w) des Metallbandes (4) der Zug im Metallband (4) vor dem letzten Walzgerüst in Abhängigkeit der hinter dem letzten Walzgerüst gemessenen Breite (w) des Metallbandes (4) eingestellt wird. 10
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Breitenregler an die Eigenschaften der Walzstraße adaptiert wird. 15
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Breitenregler on-line an die Eigenschaften der Walzstraße adaptiert wird. 20
6. Verfahren zum Regeln der Breite (w) eines Metallbandes (4) in einer Walzstraße mit zumindest zwei Walzgerüsten, wobei die Breite (w) des Metallbandes (4) vor einem ersten Walzgerüst gemessen wird, und wobei zur Einstellung der Breite (w) des Metallbandes (4) der Zug im Metallband (4) mittels eines Breitenreglers vor einem dem ersten Walzgerüst nachgeordneten zweiten Walzgerüst in Abhängigkeit der vor dem ersten Walzgerüst gemessenen Breite (w) des Metallbandes (4) eingestellt wird. 25
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Breite (w) des Metallbandes (4) hinter dem zweiten Walzgerüst gemessen wird und daß der Breitenregler, insbesondere on-line, in Abhängigkeit der hinter dem zweiten Walzgerüst gemessenen Breite (w) des Metallbandes (4) an die Eigenschaften der Walzstraße adaptiert wird. 30
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Breitenregler in Abhängigkeit von Walzparametern an die Eigenschaften der Walzstraße adaptiert wird. 35
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste und das zweite Walzgerüst die letzten beiden Walzgerüste einer mehrgerüstigen Walzstraße sind. 40
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zug im Metallband (4) mittels eines Schlingenhebers eingestellt wird. 45
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zug im Metallband (4) mittels einer Minimalzugregelung eingestellt wird. 50
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zug im Metallband (4) durch Vorgabe eines Bandzug-Zusatzsollwertes (ΔT^* , $\Delta T_{i-1,i}^*$) für eine Zugregelung eingestellt wird. 55
13. Einrichtung zum Regeln der Breite (w) eines Metallbandes (4) mit zumindest einem Walzgerüst zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und 10 bis 12, wobei die Einrichtung zum Regeln der Breite (w) des Metallbandes (4) eine Breitenmeßeinrichtung zur Messung der Breite (w) des Metallbandes (4) hinter dem Walzgerüst aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung zum Regeln der Breite (w) des Metallbandes (4) einen Breitenregler zur Einstellung des Zuges im Metallband (4) vor dem Walzgerüst in Abhängigkeit der hinter dem Walzgerüst gemessenen Breite (w) des Metallbandes (4) aufweist. 60
14. Einrichtung zum Regeln der Breite (w) eines Metallbandes (4) in einer Walzstraße mit zumindest zwei Walzgerüsten zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei die Einrichtung zum Regeln der Breite (w) des Metallbandes (4) eine Breitenmeßeinrichtung zur Messung der Breite (w) des Metallbandes (4) vor einem ersten Walzgerüst aufweist und die Einrichtung zum Regeln der Breite (w) des Metallbandes (4) einen Breitenregler zur Einstellung des Zuges im Metallband (4) vor einem dem ersten Walzgerüst nachgeordneten zweiten Walzgerüst in Abhängigkeit der vor dem ersten walzgerüst gemessenen Breite (w) des Metallbandes (4) aufweist. 65
15. Einrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie eine Breitenmeßeinrichtung zur Messung der Breite (w) des Metallbandes (4) hinter dem zweiten Walzgerüst aufweist und daß sie einen Adaptierer zur Adaption des Breitenreglers in Abhängigkeit der hinter dem zweiten Walzgerüst gemessenen Breite (4) des Metallbandes (4) an die

Eigenschaften der Walzstraße aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

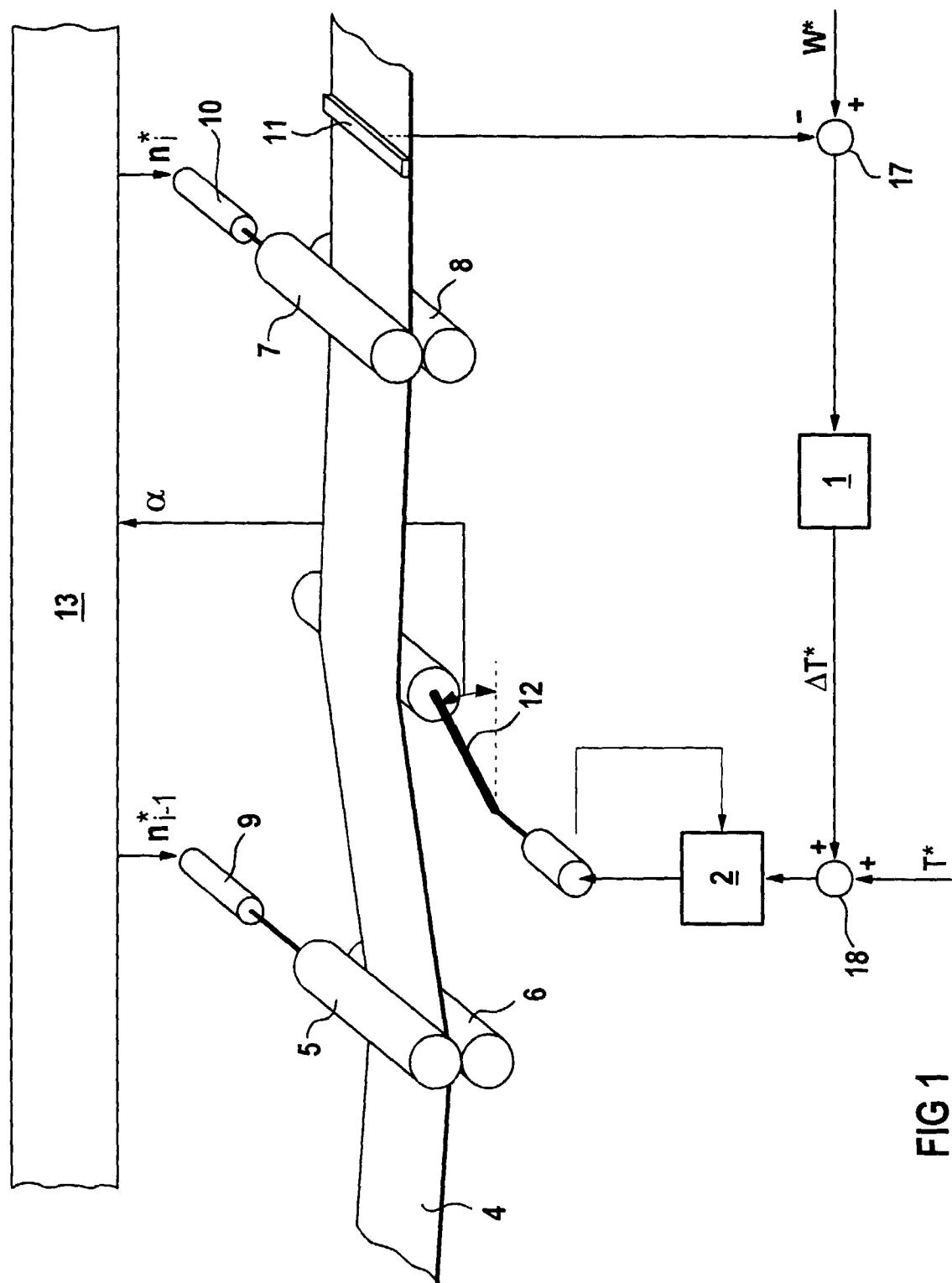


FIG 1

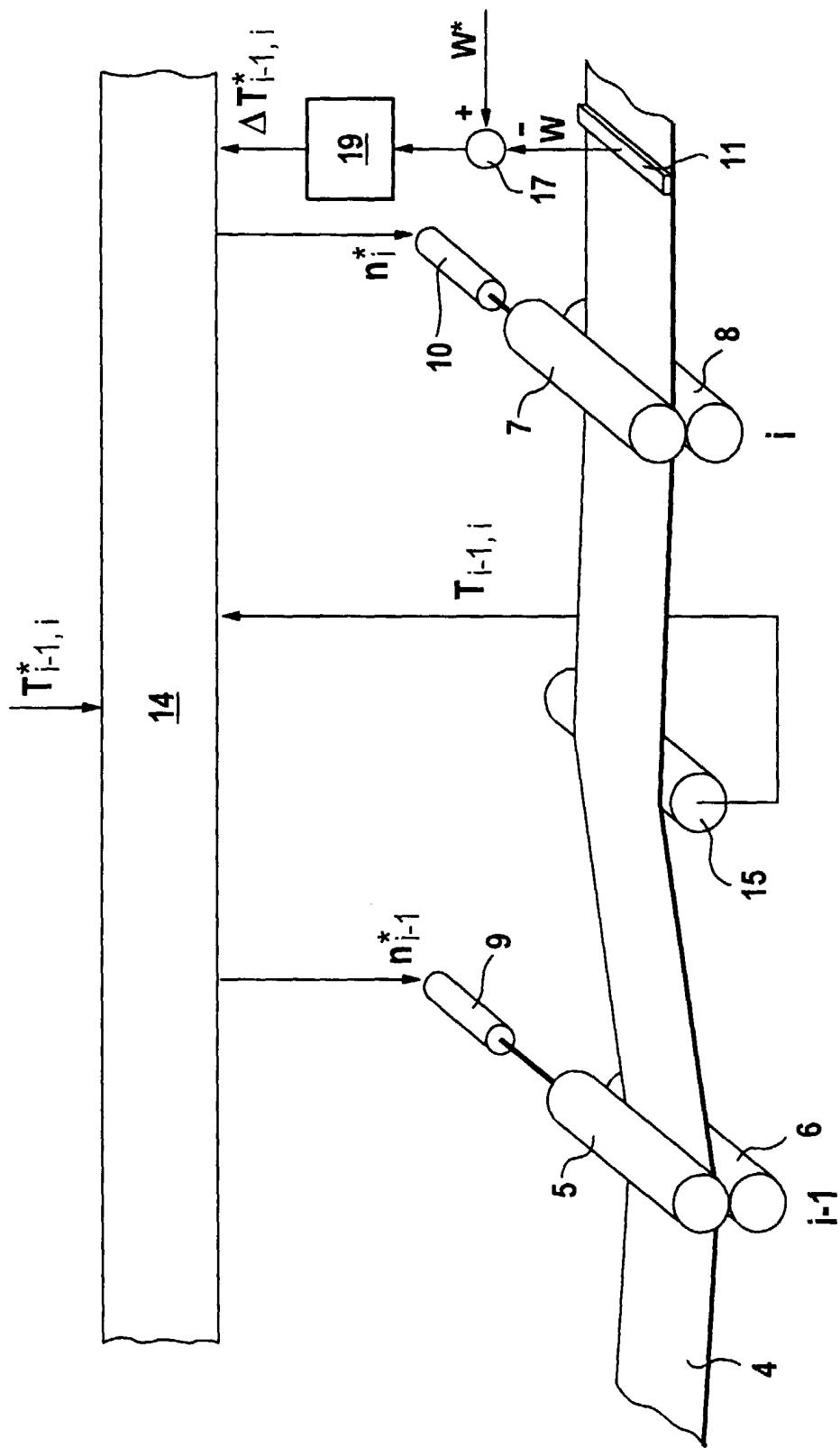
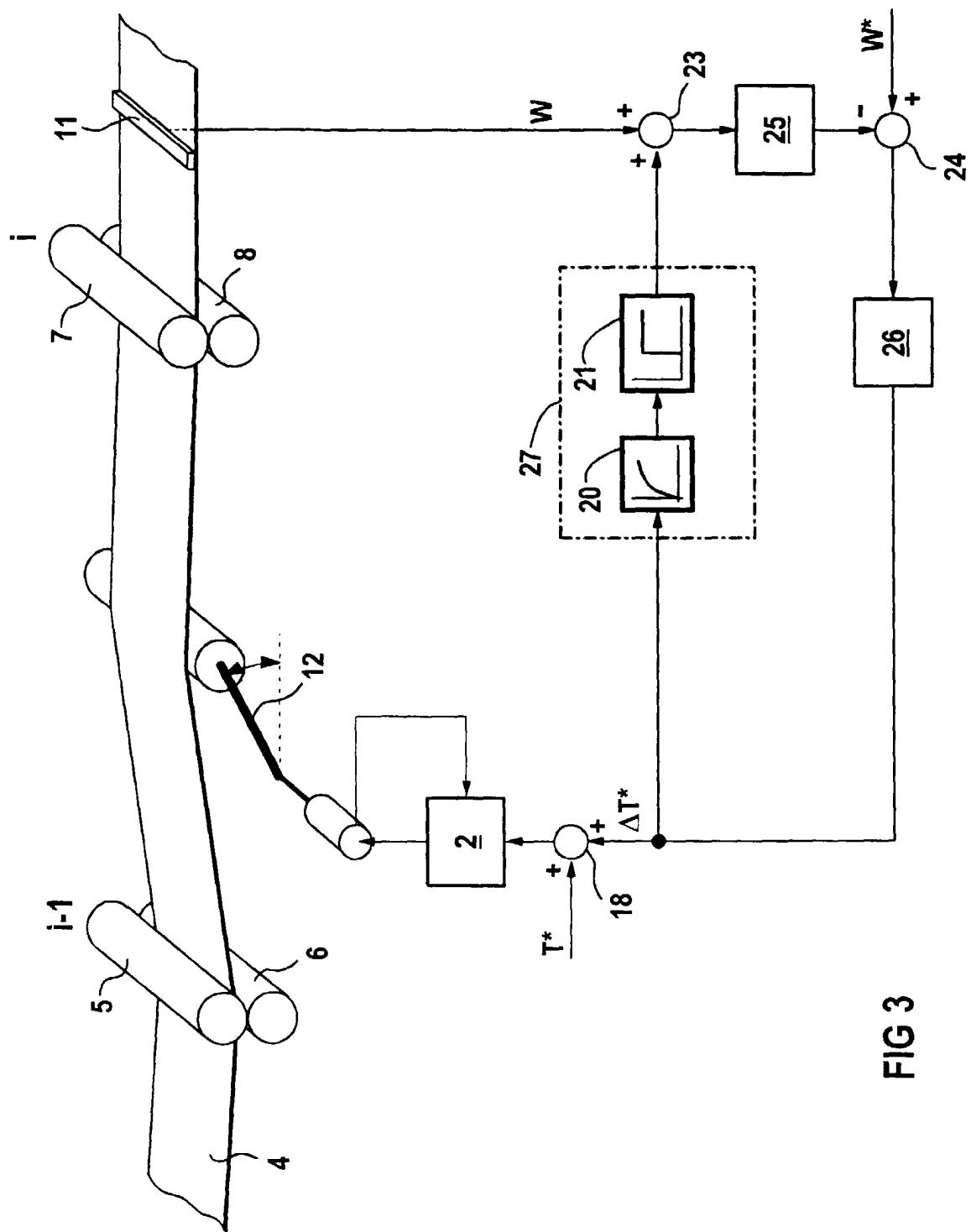


FIG 2

**FIG 3**

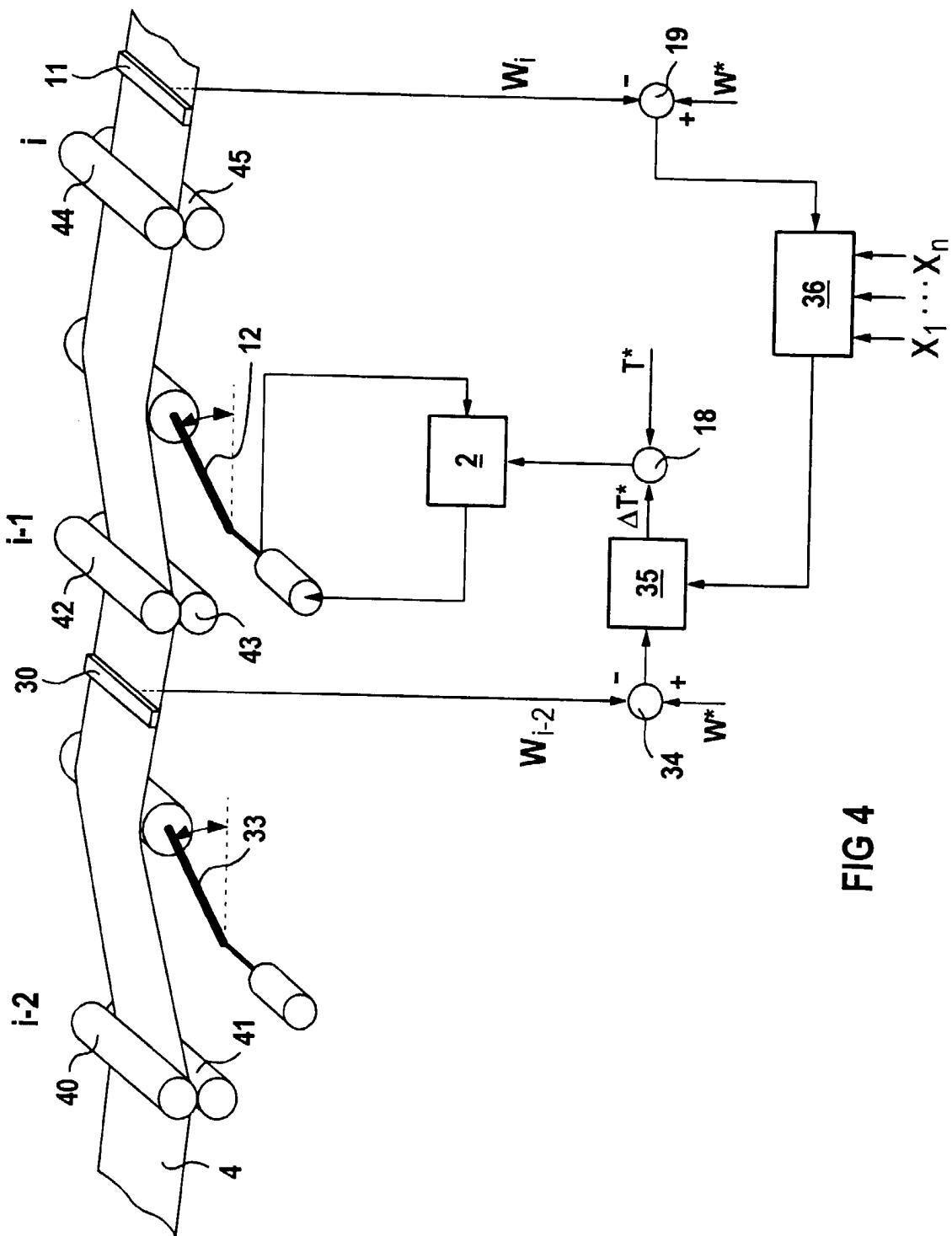


FIG 4