

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

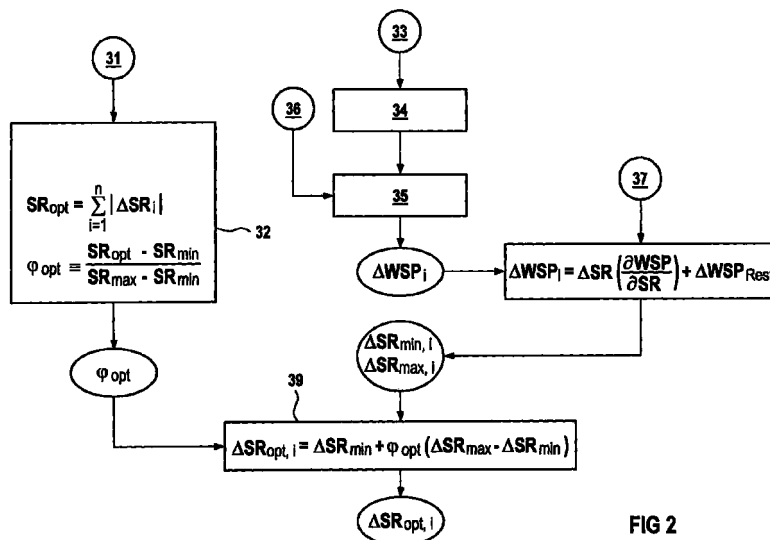
EP 1 010 479 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2000 Patentblatt 2000/25(51) Int. Cl.⁷: **B21B 37/40**(21) Anmeldenummer: **99124330.4**(22) Anmeldetag: **06.12.1999**(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: **17.12.1998 DE 19858423**(71) Anmelder:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**(72) Erfinder:
• **Höhne, Joachim, Dr.-Ing.**
 91052 Erlangen (DE)
• **Fromme, Jürgen, Dipl.-Ing.**
 90427 Nürnberg (DE)
• **Salem, Ahmed, Dipl.-Ing.**
 59269 Beckum (DE)(54) **Verfahren und Einrichtung zur Ansteuerung von Schiebewalzen**

(57) Verfahren und Einrichtung zum Walzen von Metallbändern mittels Walzgerüsten, die verschiebbare Arbeitswalzen aufweisen, wobei die Arbeitswalzen beim Walzen zumindest zweier Metallbänder derart verschoben werden, daß die Abweichung des Profils der zumin-

dest zwei Metallbänder von einem gewünschten Sollprofil über die zumindest zwei Metallbänder betrachtet minimal ist.

**FIG 2****EP 1 010 479 A2**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Einrichtung zum Walzen von Metallbändern mittels Walzgerüsten, die verschiebbare Arbeitswalzen aufweisen.

5 [0002] Beim Flachwalzen gelten die Einhaltung der Bandplanheit und des technologisch vorgegebenen Bandprofils nach der Fertigstraße als wichtige Qualitätsmerkmale. Zur Erfüllung dieser Anforderungen ist es wünschenswert, die Abweichung des Dickenverlaufs eines Metallbands von der idealen Bandkontur zu minimieren.

[0003] Zur Veranschaulichung dieser Gegebenheiten ist in Fig. 1 die Kontur eines Metallbandes in beispielhafter Form dargestellt. Die ideale Bandkontur $y_{ideal}(x)$ berechnet sich näherungsweise aus Abmessungen des Bandquerschnitts (Bandbreite b , Bandkantenabstand C_x) sowie aus Anteilsfaktoren a_2 , a_4 und a_6 zu

$$15 \quad y_{ideal} = a_2 \left(\frac{x}{\frac{b}{2} - C_x} \right)^2 + a_4 \left(\frac{x}{\frac{b}{2} - C_x} \right)^4 + a_6 \left(\frac{x}{\frac{b}{2} - C_x} \right)^6 \quad (1)$$

20 [0004] Die Abweichung von dieser approximierten idealen Bandkontur resultiert insbesondere aus dem pro Metallband zunehmenden Verschleiß der Arbeitswalzen. Die maximale Abweichung wird als Konturf Fehler bezeichnet.

[0005] Um den Walzenverschleiß zu minimieren und somit die Walzenlaufleistung der Arbeitswalzen zu erhöhen, werden Schiebwalzen verwendet. Diese Walzen werden zwischen den Walzvorgängen der einzelnen Metallbänder um einige Millimeter quer zur Laufrichtung der Metallbänder verschoben. Dadurch wird verhindert, daß sich scharfe Verschleißkanten auf den Lauflächen der Arbeitswalzen bilden. Eine Verschiebestrategie für solche Schiebwalzen sollte einer Minimierung des Konturf Fehlers sowie der Einhaltung der geforderten Bandplanheit dienen. Das Verschieben der Arbeitswalzen wird vor allem dann durchgeführt, wenn die einzelnen Metallbänder eines Walzprogramms so angeordnet sind, daß das jeweils zu walzende Metallband breiter ist als sein Vorgänger. Ohne Verschieben würde sich eine beim Walzen eines schmaleren Metallbandes entstandene Verschleißkante negativ auf die Oberflächenqualität des nachfolgenden breiteren Metallbandes auswirken.

30 [0006] Das Profil p_r kann z.B. als Differenz zwischen der Mittendicke h_G und dem arithmetischen Mittel der beiden Randdicken h_L und h_R definiert werden:

$$35 \quad p_r = h_G - \frac{h_L + h_R}{2}$$

[0007] Das Profil p_r der gewalzten Metallbänder kann durch eine Verschiebung der Arbeitswalzen, durch eine Walzkraft und/oder durch eine Rückbiegekräft als Stellgrößen beeinflußt werden.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Ansteuerung von Schiebwalzen vorzustellen, bei dessen Anwendung die geforderte Bandplanheit gewährleistet ist und der Konturf Fehler der gewalzten Metallbänder minimiert wird.

45 [0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. eine Einrichtung gemäß Anspruch 6 gelöst. Dabei werden zum Walzen von Metallbändern mittels zumindest eines Walzgerüsts, das verschiebbare Arbeitswalzen aufweist, die Arbeitswalzen zum Walzen zumindest zweier Metallbänder derart verschoben, daß die Abweichung des Profils der zumindest zwei Metallbänder von einem gewünschten Sollprofil über die zumindest zwei Metallbänder betrachtet minimal ist. Auf diese Weise kann das Profil von Walzen von Metallbändern deutlich verbessert werden.

50 [0010] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird vor Beginn des Walzens für eine Gruppe zumindest zweier Metallbänder ein Wert für die optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die Gruppe der zumindest zwei Metallbänder betrachtet ermittelt.

[0011] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Wert für die optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die Gruppe der zumindest zwei Metallbänder betrachtet so gewählt, daß die über alle Metallbänder dieser Gruppe ermittelte Abweichung des Profils dieser Metallbänder von einem vorgegebenen Sollprofil minimal ist.

55 [0012] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird aus den Werten für die optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die Gruppe der zumindest zwei Metallbänder betrachtet, einer minimalen Verschiebung und einer maximal möglichen Verschiebung ein Optimierungskoeffizient gebildet.

[0013] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird in Abhängigkeit des Wertes für die optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die Gruppe der zumindest zwei Metallbänder betrachtet oder des Optimierungskoeffizienten für einzelne oder alle der zu walzenden Metallbänder der Gruppe der zu walzenden Metallbänder eine optimale Verschiebungsposition in bezug auf das jeweils vorangegangene Metallband bestimmt.

[0014] Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 den Querschnitt eines Metallbandes,

Fig. 2 einen Algorithmus zur Berechnung einer optimierten Verschiebeposition.

[0015] Fig. 1 zeigt Profil und Kontur eines Metallbandes. Darin bezeichnen

y_{ideal}	ideale Bandkontur
C_X	Bandkantenabstand
h_G	Mittendicke
h_L	Randdicke links
h_R	Randdicke rechts
b	halbe Bandbreite
x	Position

[0016] Die ideale Bandkantenkontur $y_{ideal(x)}$ berechnet sich dabei näherungsweise gemäß Gleichung (1). Zur Vereinfachung kann dabei vorgesehen werden, daß gilt $a_6 = 0$.

[0017] Zur Berechnung der optimierten Verschiebeposition ΔSR_{opt} der Arbeitswalzen eines Walzgerüsts ist ein Algorithmus gemäß Fig. 2 vorgesehen. Zunächst wird aus den durch den Datenblock 31 repräsentierten Banddaten für n Metallbänder eines Walzprogramms mittels eines im Funktionsblock 32 dargestellten Optimierungsalgorithmus ein Wert SR_{opt} für die optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die Gruppe der n Metallbänder betrachtet berechnet. Dieser Wert SR_{opt} für eine optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die n Metallbänder betrachtet ist die Summe der Beträge der Verschiebungen der Arbeitswalzen über die n Metallbänder betrachtet:

$$SR_{opt} = \sum_{i=1}^n |\Delta SR_i| \quad (2)$$

[0018] Dabei werden die Bänder so angeordnet, daß der Konturfehler minimal ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die n Metallbänder zur Berechnung des Werts SR_{opt} derart angeordnet, daß der Term

$$\sum_{i=1}^n |KF_i|^2$$

minimal ist. Dabei ist KF_i der Konturfehler, d.h. die Abweichung des Profils des i -ten Metallbandes von der idealen Bandkontur des i -ten Metallbandes.

[0019] Aus diesem Wert und den bekannten Werten für die minimal mögliche Verschiebung SR_{min} der Arbeitswalzen (im Normalfall 0 mm) und der maximal möglichen Verschiebung SR_{max} der Arbeitswalzen (beispielsweise 20 mm) wird ein Optimierungskoeffizient φ_{opt} gemäß

$$\varphi_{opt} = \frac{SR_{opt} - SR_{min}}{SR_{max} - SR_{min}} \quad (3)$$

gebildet, so daß der für n Metallbänder eines Walzprogrammes der aufsummierte Konturfehler minimal ist. Für jedes einzelne der n Metallbänder wird unabhängig davon aufgrund von aus dem Datenblock 33 stammenden Banddaten das Walzspaltprofil zwischen den Arbeitswalzen berechnet. Diese Berechnung repräsentiert der Funktionsblock 34. Anschließend wird im Funktionsblock 35 die Differenz zwischen dem berechneten Walzspaltprofil des letzten Gerüsts und dem (z.B. aus Verbandprofil und Walzspaltprofilen der vorherigen Gerüste berechneten) Bandprofil 36 ermittelt. Die Differenz zwischen Walzspalt- und Bandprofil bildet die für die geforderte Bandplanheit pro Metallband notwendige

Walzspaltprofiländerung ΔWSP_i . Mittels des durch Funktionsblock 37 präsentierten Zusammenhangs

$$\Delta WSP_i = \Delta SR \cdot \left(\frac{\partial WSP}{\partial SR} \right)_{(SR,FR,FB)} + \Delta FR \cdot \left(\frac{\partial WSP}{\partial FR} \right)_{(SR,FR,FB)} + \Delta FB \cdot \left(\frac{\partial WSP}{\partial FB} \right)_{(SR,FR,FB)} \quad (4)$$

mit der Verschiebung ΔSR , der Walzkraftänderung ΔFR und der Rückbiegekraftänderung ΔFB als Stellgrößen werden minimale und maximale Verschiebungswerte ΔSR_{min} und ΔSR_{max} gebildet:

$$\Delta SR_{max,i} = \frac{\Delta WSP_i - \Delta WSP_{Rest,min,i}}{\left(\frac{\partial WSP}{\partial SR} \right)_{(SR,FR,FB)}} \quad (5)$$

$$\Delta SR_{min,i} = \frac{\Delta WSP_i - \Delta WSP_{Rest,max,i}}{\left(\frac{\partial WSP}{\partial SR} \right)_{(SR,FR,FB)}} \quad (6)$$

wobei $\Delta WSP_{Rest,min,i}$ und $\Delta WSP_{Rest,max,i}$ der minimal mögliche und der maximal mögliche Wert $\Delta WSP_{Rest,i}$ mit

$$\Delta WSP_{Rest,i} = \Delta FR \left(\frac{\partial WSP}{\partial FR} \right)_{(SR,FR,FB)} + \Delta FB \left(\frac{\partial WSP}{\partial FB} \right)_{(SR,FR,FB)} \quad (7)$$

sind.

[0020] Die Werte ΔSR_{min} und ΔSR_{max} bilden zusammen mit dem Optimierungskoeffizienten φ_{opt} Grundlage zur Berechnung (Funktionsblock 39) der optimierten Verschiebeposition ΔSR_{opt} für das i-te Metallband, für das $\Delta SR_{max,i}$ und $\Delta SR_{min,i}$ mittels des Funktionsblocks 38 berechnet worden sind. Die Berechnung der optimierten Verschiebeposition ΔSR_{opt} im Funktionsblock 39 erfolgt dabei gemäß folgendem Zusammenhang:

$$\Delta SR_{opt,i} = \Delta SR_{min,i} + \varphi_{opt} \cdot (\Delta SR_{max,i} - \Delta SR_{min,i}) \quad (8)$$

[0021] Die in FIG 2 dargestellten Funktionsblöcke 32, 34, 35, 37, 39 sind vorteilhafterweise auf einer nicht dargestellten Recheneinrichtung implementiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Walzen von Metallbändern mittels zumindest eines Walzgerüsts, das verschiebbare Arbeitswalzen aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Arbeitswalzen beim Walzen zumindest zweier Metallbänder derart verschoben werden, daß die Abweichung des Profils der zumindest zwei Metallbänder von einem gewünschten Sollprofil über die zumindest zwei Metallbänder betrachtet, insbesondere gemittelt, minimal ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß vor Beginn des Walzens einer Gruppe von zumindest zwei Metallbändern ein Wert (SR_{opt}) für die optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die Gruppe der zumindest zwei Metallbänder betrachtet ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Wert (SR_{opt}) für die optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die Gruppe der zumindest zwei Metallbänder betrachtet so gewählt wird, daß die über alle Metallbänder dieser Gruppe gemittelte Abweichung des Profils dieser Metallbänder von einem vorgegebenen Soll-Profil minimal ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß aus den Werten für die optimale Verschiebung (SR_{opt}) der Arbeitswalzen über die Gruppe der zumindest zwei Metallbänder betrachtet, einer minimalen Verschiebung (SR_{min}) und einer maximal möglichen Verschiebung (SR_{max}) ein Optimierungskoeffizient (ϕ_{opt}) gebildet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß in Abhängigkeit des Wertes (SR_{opt}) für die optimale Verschiebung der Arbeitswalzen über die Gruppe der zumindest zwei Metallbänder betrachtet oder des Optimierungskoeffizienten (ϕ_{opt}) für einzelne oder alle der zu walzenden Metallbänder der Gruppe der zu walzenden Metallbänder eine optimale Verschiebeposition ($\Delta SR_{opt,i}$) zur Verschiebung der Arbeitswalzen zum Walzen des i-ten Metallbandes ermittelt wird.

6. Einrichtung zum Walzen von Metallbändern gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung zum Walzen von Metallbändern zumindest ein Walzgerüst mit zwei verschiebbaren Arbeitswalzen aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Einrichtung zum Walzen von Metallbändern eine Recheneinrichtung zur Ermittlung einer optimalen Verschiebeposition ($\Delta SR_{opt,i}$) zur derartigen Verschiebung der Arbeitswalzen aufweist, daß die Abweichung des Profils von zumindest zwei hintereinander gewalzten Metallbändern von einem gewünschten Sollprofil über die zumindest zwei Metallbänder betrachtet, insbesondere gemittelt, minimal ist.

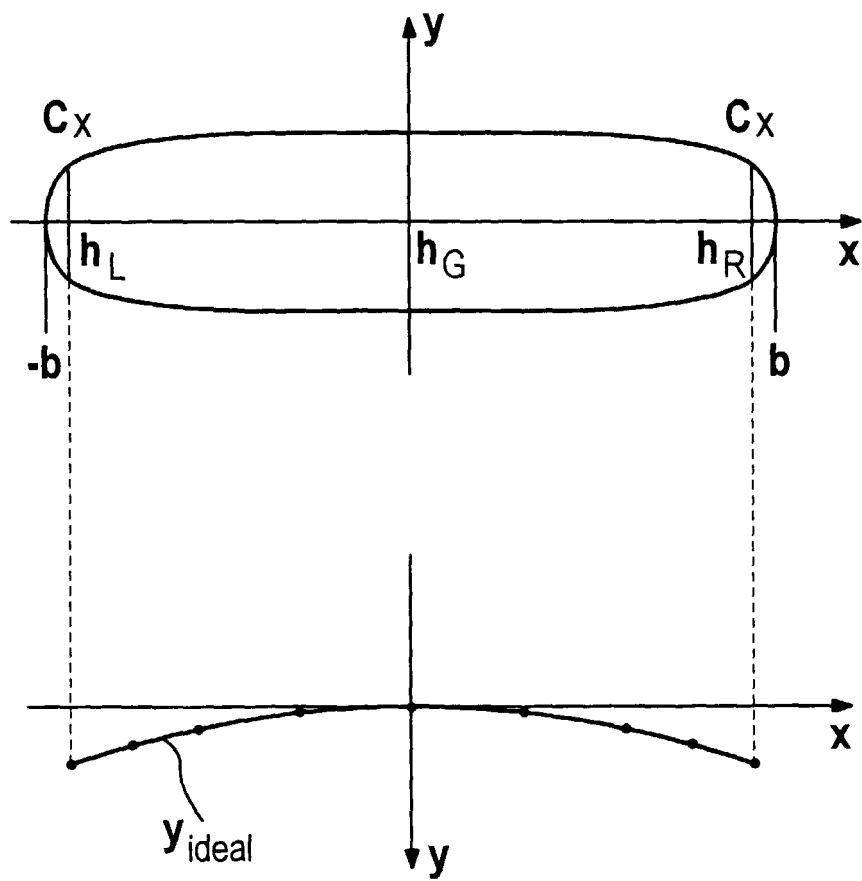


FIG 1

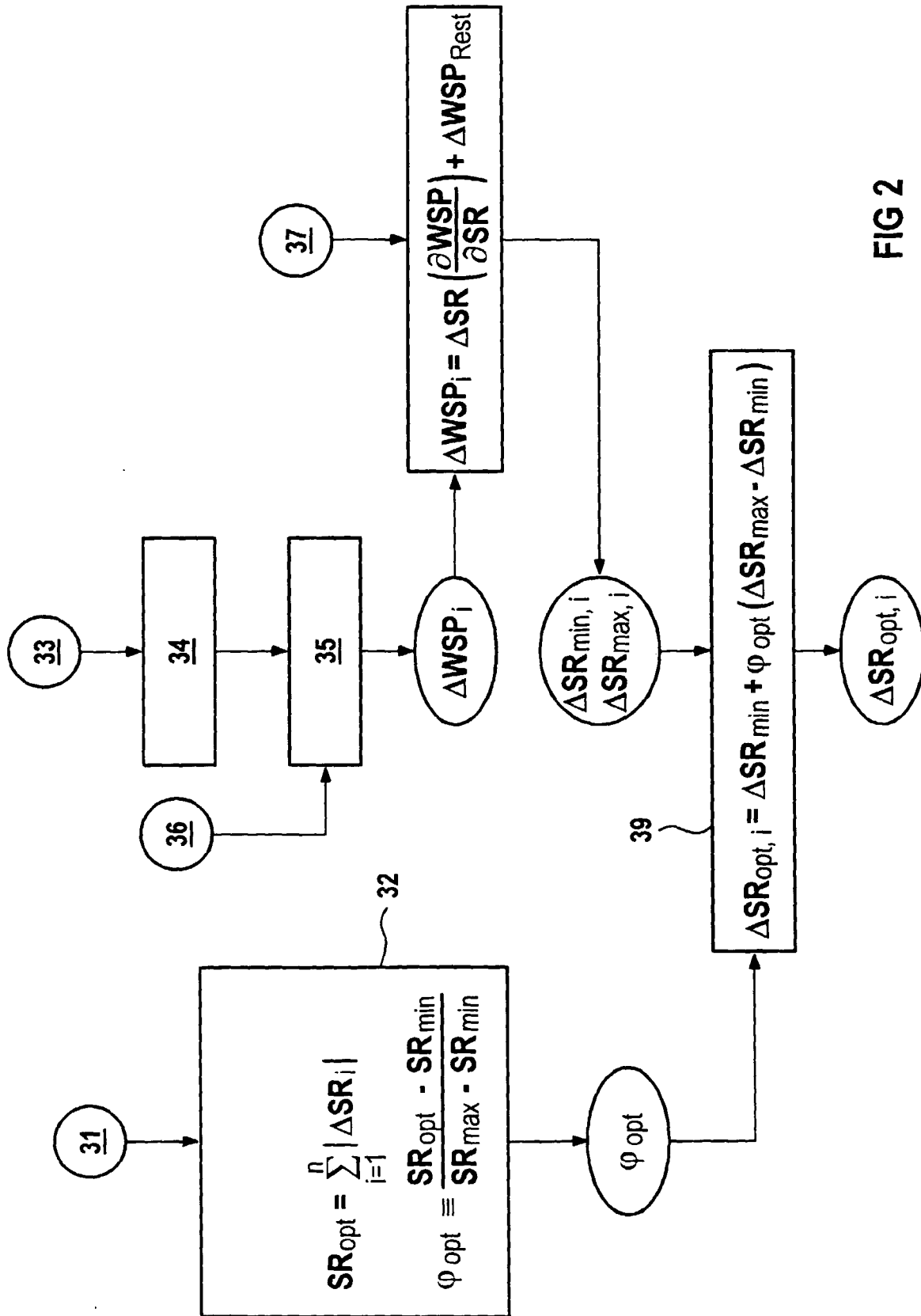


FIG 2