

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 010 479 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
07.06.2006 Patentblatt 2006/23

(51) Int Cl.:
B21B 37/40 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **99124330.4**

(22) Anmeldetag: **06.12.1999**

(54) Verfahren und Einrichtung zur Ansteuerung von Schiebewalzen

Method and device for controlling axially shiftable rolls

Procédé et dispositif pour commander des cylindres déplaçables axialement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE

- **Fromme, Jürgen, Dipl.-Ing.**
90427 Nürnberg (DE)
- **Salem, Ahmed, Dipl.-Ing.**
59269 Beckum (DE)

(30) Priorität: **17.12.1998 DE 19858423**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 618 020

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.06.2000 Patentblatt 2000/25

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 013, no. 055 (M-795), 8. Februar 1989 (1989-02-08) & JP 63 260615 A (NIPPON STEEL CORP), 27. Oktober 1988 (1988-10-27)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 010, no. 357 (M-540), 2. Dezember 1986 (1986-12-02) & JP 61 154709 A (KAWASAKI STEEL CORP), 14. Juli 1986 (1986-07-14)

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Höhne, Joachim, Dr.-Ing.**
91052 Erlangen (DE)

EP 1 010 479 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

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

10 [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 Konturfehler bezeichnet.

25 [0005] Um den Walzenverschleiß zu minimieren und somit die Walzenlaufleistung der Arbeitswalzen zu erhöhen, werden Schiebewalzen 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 Laufflächen der Arbeitswalzen bilden. Eine Verschiebestrategie für solche Schiebewalzen soll einer Minimierung des Konturfehlers 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:

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

40 [0007] Das Profil p_r der gewalzten Metallbänder kann durch eine Verschiebung der Arbeitswalzen, durch eine Walzkraft und/oder durch eine Rückbiegekraft als Stellgrößen beeinflußt werden.

45 [0008] Die EP 0 618 020 A1 beschreibt ein Verfahren zum Walzen eines Walzbandes in einer zumindest zwei Walzgerüste mit horizontal einstellbaren Arbeitswalzen aufweisenden Warmbandstraße, wobei eine Zielkontur des Profils des Walzbandes vorgegeben wird, wobei bei einer von der Zielkontur abweichenden Bandprofilform mechanische Stellglieder wie zum Beispiel axial verschiebbare Arbeitswalzen so zum Einsatz gebracht werden, dass sich eine minimale Abweichung zwischen einer errechneten Bandform und einer Soll-Bandform bzw. Zielkontur ergibt.

50 [0009] Gemäß der JP 63 260 615 A wird der Betrag der Verschiebung einer Arbeitswalze mit Hilfe einer Bewertungsfunktion ermittelt, wobei ein Walzen-Ist-Profil mit einem Walzen-Soll-Profil verglichen wird.

55 [0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Ansteuerung von Schiebewalzen vorzustellen, bei dessen Anwendung die geforderte Bandplanheit gewährleistet ist und der Konturfehler der gewalzten Metallbänder minimiert wird.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. eine Einrichtung gemäß Anspruch 6 gelöst. Dabei werden zum Hintereinanderwalzen zumindest zweier Metallbänder mittels zumindest eines Walzgerüsts, das quer zur Laufrichtung der Metallbänder verschiebbare Arbeitswalzen, sogenannte Schiebewalzen, aufweist, zwischen den Walzvorgängen der einzelnen Metallbänder die Schiebewalzen quer zur Laufrichtung der Metallbänder derart verschoben, daß die Abweichung des jeweiligen Profils der zumindest zwei hintereinander gewalzten Metallbänder von ihrem jeweiligen gewünschten Sollprofil über die zumindest zwei Metallbänder betrachtet minimal ist. Auf diese Weise

kann das Profil von Metallbändern, die hintereinander gewalzt werden, deutlich verbessert werden.

[0012] 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.

5 [0013] 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.

10 [0014] 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.

[0015] 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.

15 [0016] 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.

20 [0017] 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

30 [0018] Die ideale Bandkantenkontur $y_{ideal(x)}$ berechnet sich dabei näherungsweise gemäß Gleichung (1). Zur Vereinfachung kann dabei vorgesehen werden, daß gilt $a_6 = 0$.

[0019] 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:

$$40 SR_{opt} = \sum_{i=1}^n |\Delta SR_i| \quad (2)$$

45 [0020] 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

$$50 \sum_{i=1}^n |KF_i|^2$$

55 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.

[0021] 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

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

5

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

15

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

20

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

25

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

30

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

35

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

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

sind.

[0022] Die Werte ΔSR_{min} und ΔSR_{max} bilden zusammen mit dem Optimierungskoeffizienten φ_{opt} die Grundlage zur Berechnung (Funktionsblock 39) der optimierten Verschiebeposition ΔSR_{opt} für das i -te Metallband, für das $\Delta SR_{\text{max},i}$ und $\Delta SR_{\text{min},i}$ mittels des Funktionsblocks 38 berechnet worden sind. Die Berechnung der optimierten Verschiebeposition ΔSR_{opt} im Funktionsblock 39 erfolgt dabei gemäß folgendem Zusammenhang:

40

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

5

[0023] Die in FIG 2 dargestellten Funktionsblöcke 32, 34, 35, 37, 39 sind vorteilhafterweise auf einer nicht dargestellten Recheneinrichtung implementiert.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zum Walzen von Metallbändern mittels zumindest eines Walzgerüstes, das quer zur Laufrichtung der Metallbänder verschiebbare Arbeitswalzen, sogenannte Schiebewalzen, aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Hintereinanderwalzen zumindest zweier Metallbänder zwischen den Walzvorgängen der einzelnen Metallbänder die Schiebewalzen quer zur Laufrichtung der Metallbänder derart verschoben werden, daß die Abweichung des jeweiligen Profils der zumindest zwei hintereinander gewalzten Metallbänder von ihrem jeweiligen gewünschten Sollprofil über die zumindest zwei Metallbänder betrachtet 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 zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung zum Walzen von Metallbändern zumindest ein Walzgerüst mit zwei quer zur Laufrichtung der Metallbänder verschiebbaren Arbeitswalzen, sogenannte Schiebewalzen, aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung zum Walzen von Metallbändern eine Recheneinrichtung zur Ermittlung einer optimalen Verschiebeposition ($\Delta SR_{opt,i}$) zwischen den Walzvorgängen der einzelnen Metallbänder zur derartigen Verschiebung der Schiebewalzen aufweist, daß die Abweichung des jeweiligen Profils von zumindest zwei hintereinander gewalzten Metallbändern von ihrem jeweiligen gewünschten Sollprofil über die zumindest zwei Metallbänder betrachtet gemittelt minimal ist.

50

Claims

1. Method for rolling metal strips by means of at least one roll stand which has work rolls, so-called sliding rolls, which are displaceable transversely to the running direction of the metal strips, **characterized in that**, for the successive rolling of at least two metal strips, between the rolling operations of the individual metal strips the sliding rollers are displaced transversely to the running direction of the metal strips in such a way that the deviation of the respective profile of the at least two successively rolled metal strips from their respective desired target profile, averaged over the at least two metal strips, is minimal.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that**, prior to the commencement of rolling of a group of at least two metal strips, a value (SR_{opt}) for the optimal displacement of the work rolls, viewed over the group of the at least two metal strips, is determined.
- 5 3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the value (SR_{opt}) for the optimal displacement of the work rolls, viewed over the group of the at least two metal strips, is chosen such that the deviation of the profile of these metal strips from a predefined target profile, averaged over all the metal strips of this group, is minimal.
- 10 4. Method according to Claim 2 or 3, **characterized in that** from the values for the optimal displacement (SR_{opt}) of the work rolls, viewed over the group of the at least two metal strips, from a minimal displacement (SR_{min}) and from a maximally possible displacement (SR_{max}), an optimization coefficient (φ_{opt}) is formed.
- 15 5. Method according to Claim 2, 3 or 4, **characterized in that**, as a function of the value (SR_{opt}) for the optimal displacement of the work rolls, viewed over the group of the at least two metal strips, or as a function of the optimization coefficient (φ_{opt}) for individual or all of the metal strips to be rolled of the group of metal strips to be rolled, an optimal displacement position ($\Delta SR_{opt,i}$) for the displacement of the work rolls for rolling of the i -th metal strip is determined.
- 20 6. Device for rolling metal strips for the implementation of a method according to one of the preceding claims, the device for rolling metal strips having at least one roll stand comprising two work rolls, so-called sliding rolls, which are displaceable transversely to the running direction of the metal strips, **characterized in that** the device for rolling metal strips has a computing device for determining an optimal displacement position ($\Delta SR_{opt,i}$), between the rolling operations of the individual metal strips, for such displacement of the sliding rolls, **in that** the deviation of the respective profile of at least two successively rolled metal strips from their respective desired target profile, averaged over the at least two metal strips, is minimal.
- 25

Revendications

1. Procédé de laminage de feuillards métalliques au moyen d'au moins une cage de laminoir qui a des cylindres de travail déplaçables transversalement à la direction de passage des feuillards métalliques, ce que l'on appelle des cylindres mobiles, **caractérisé en ce que** pour laminer l'un derrière l'autre au moins deux feuillards métalliques, on déplace entre les opérations de laminage des feuillards métalliques individuels les cylindres mobiles transversalement à la direction de passage des feuillards métalliques, de façon à ce que l'écart du profil respectif des au moins deux feuillards métalliques laminés l'un derrière l'autre à son profil de consigne respectif souhaité soit en moyenne minimum, considéré sur les au moins deux feuillards métalliques.
- 30
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**avant le début du laminage d'un groupe d'au moins deux feuillards métalliques, on détermine une valeur (SR_{opt}) pour le déplacement le meilleur possible du cylindre de travail sur le groupe des au moins deux feuillards métalliques.
- 40
3. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on choisit la valeur (SR_{opt}) pour le déplacement le meilleur possible des cylindres de travail, considéré sur le groupe des au moins deux feuillards métalliques, de façon à ce que l'écart en moyenne sur tous les feuillards métalliques de ce groupe du profil de ces feuillards métalliques à un profil de consigne prescrit soit minimum.
- 45
4. Procédé suivant la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'**à partir des valeurs du déplacement (SR_{opt}) le meilleur possible des cylindres de travail, considéré sur le groupe des au moins deux feuillards métalliques d'un déplacement (SR_{min}) minimum et d'un déplacement (SR_{max}) maximum possibles, on forme un coefficient (φ_{opt}) d'optimisation.
- 50
5. Procédé suivant la revendication 2, 3 ou 4, **caractérisé en ce qu'**en fonction de la valeur (SR_{opt}) pour le déplacement le meilleur possible des cylindres de travail, considéré sur le groupe des au moins deux feuillards métalliques ou du coefficient (φ_{opt}) d'optimisation pour des feuillards métalliques individuels ou pour tous les feuillards métalliques à laminer des groupes des feuillards métalliques à laminer, on détermine une position ($\Delta SR_{opt,i}$) de déplacement la meilleure possible pour déplacer les cylindres de travail pour laminer le i -ième feuillard métallique.
- 55

6. Dispositif de laminage de feuillards métalliques pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de laminage de feuillards métalliques a au moins une cage de lamoir ayant deux cylindres de travail pouvant être déplacés transversalement à la direction de passage des feuillards métalliques, ce que l'on appelle des cylindres mobiles, **caractérisé en ce que** le dispositif de laminage de feuillards métalliques a un dispositif de calcul pour déterminer une position ($\Delta SR_{opt,i}$) de déplacement la meilleure possible entre les opérations de laminage des divers feuillards métalliques, pour avoir un déplacement des cylindres mobiles tel que l'écart du profil respectif d'au moins deux feuillards métalliques laminés l'un derrière l'autre à son profil de consigne respectif souhaité, considéré sur les au moins deux feuillards métalliques, est en moyenne minimum.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

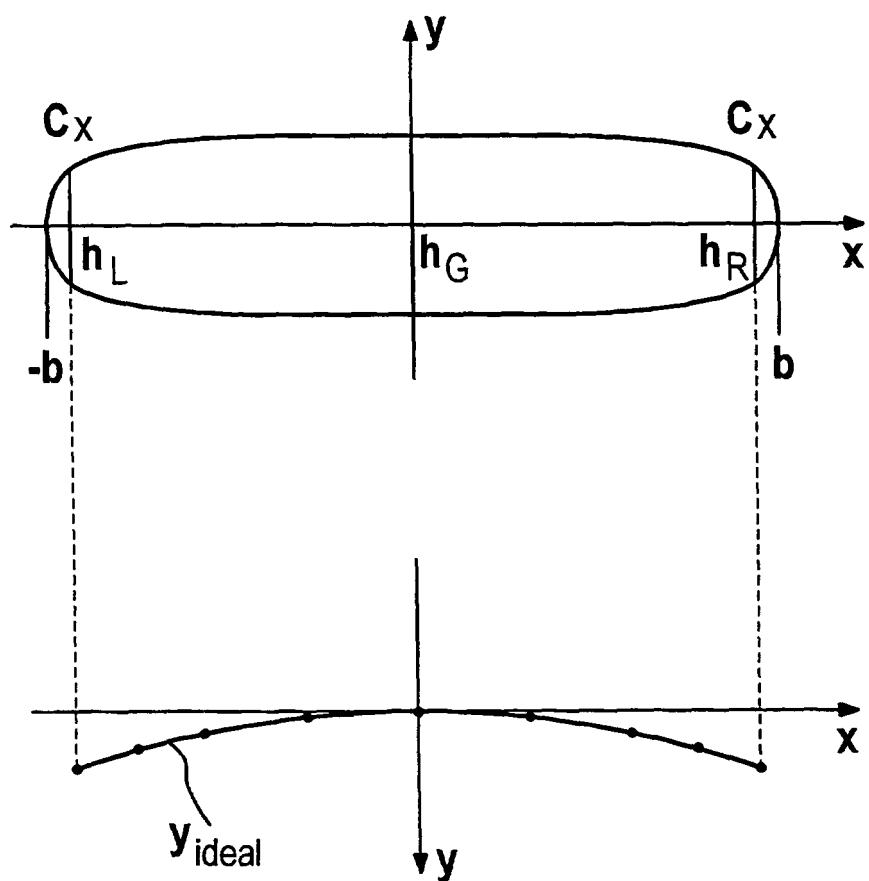


FIG 1

