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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 249 801**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **87108001.6**

(51) Int. Cl.4: **B21B 13/14**

(22) Anmeldetag: **03.06.87**

(30) Priorität: **16.06.86 DE 3620197**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.12.87 Patentblatt 87/52

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: **SMS SCHLOEMANN-SIEMAG AKTIENGESELLSCHAFT**
Steinstrasse 13
D-4000 Düsseldorf 1(DE)

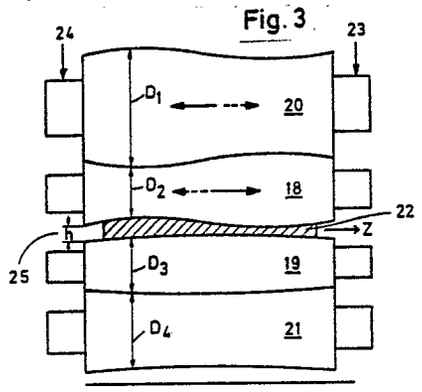
(72) Erfinder: **Feldmann, Hugo, Dr.**
Teutonenstrasse 11
D-5110 Alsdorf-Warden(DE)
Erfinder: **Schultes, Tilmann, Dr.**
Bechermühle
D-5650 Solingen 19(DE)
Erfinder: **Beisemann, Gerd, Dr.**
Am Seeblick 19
D-4000 Düsseldorf(DE)

(74) Vertreter: **Müller, Gerd et al**
Patentanwälte
HEMMERICH-MÜLLER-GROSSE-POLLMEIER--MEY Hammerstrasse 2
D-5900 Siegen 1(DE)

(54) Walzwerk zur Herstellung eines Walzgutes, insbesondere eines Walzbandes.

(57) Im Betrieb eines Walzwerkes ändern sich der Walzspalt und die Walzenkontur, und zwar auf Grund vielfältiger Einflüsse wie Thermik, Durchbiegung der Arbeitswalzen oder des Walzensatzes, Verschleiß etc., die ausgeglichen bzw. kompensiert werden müssen, um ein planes Walzprodukt, insbesondere ein planes Walzband herstellen zu können. Um diese im Betrieb des Walzwerkes unerwünschten nachteiligen Einflüsse auszugleichen, sind bekanntlich häufige axiale Verschiebungen von Walzen gegeneinander und/oder Verstellungen der Arbeitswalzen quer zur Walzgutebene zueinander erforderlich. Gemäß der Erfindung wird jedoch diesen unerwünschten Einflüssen dadurch in besonders einfacher Weise begegnet bzw. werden diese dadurch ausgeglichen, daß die Konturen der Walzen (18, 19, 20, 21) im Ausgangszustand bzw. unbelastetem Zustand so ausgebildet sind, daß der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser (D_1, D_2, D_3, D_4) in jeder relativ veränderten Axialstellung der Walzen (18, 19, 20, 21) zueinander einen von einem konstanten Verlauf abweichenden Verlauf einnimmt.

Fig. 3



EP 0 249 801 A1

Walzwerk zur Herstellung eines Walzgutes, insbesondere eines Walzbandes

Die Erfindung bezieht sich auf ein Walzwerk zur Herstellung eines Walzgutes, insbesondere eines Walzbandes, mit Arbeitswalzen, die sich gegebenenfalls an Stützwalzen oder an Stützwalzen und Zwischenstützwalzen abstützen, wobei die Arbeitswalzen und/oder die Stützwalzen und/oder die Zwischenwalzen im Walzgerüst axial verschiebbar angeordnet und mit einer im wesentlichen über die gesamte Ballenlänge verlaufenden gekrümmten Kontur versehen sind.

Aus der europäischen Patentschrift 0091540 ist ein Walzwerk öbiger Bauart bekannt, bei dem sich die gekrümmte Kontur im wesentlichen aus einem konvexen und einem konkaven Bereich zusammensetzt und sich die Ballenkonturen der sich gegenseitig abstützenden und zusammenwirkenden Walzen in einer bestimmten relativen Axialstellung der Walzen zueinander, und zwar durch axiale Verschiebung der Walzen gegeneinander komplementär ergänzen. Hierdurch soll nicht nur die Gleichmäßigkeit der Pressungsverteilung über die Kontaktlänge zweier benachbarter Walzen verbessert werden, sondern hierdurch soll auch die kontinuierliche mechanische Beeinflussung der Gestalt des Walzspaltes erhöht werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in einer weitergehenden Verbesserung und Vereinfachung dieses oben angeführten bekannten Walzwerkes, insbesondere auch hinsichtlich einer gleichmäßigen Pressungsverteilung über die Kontaktlänge der Walzen sowie einer Gestaltung und Aufrechterhaltung eines bestimmten Preßwalzspaltes.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Konturen der Walzen im Ausgangszustand bzw. unbelasteten Zustand so ausgebildet sind, daß der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser in jeder relativ veränderten Axialstellung der Walzen zueinander einen von einem konstanten Verlauf abweichenden Verlauf einnimmt.

Durch diese erfindungsgemäße Ausbildung der Walzenkonturen können sehr vorteilhaft alle im Betrieb des Walzwerkes auftretenden Einflüsse wie Thermik, Walzendurchbiegung, Abplattung, Verschleiß etc. - schon von vorneherein, d. h. im unbelasteten Zustand im wesentlichen so berücksichtigt werden, daß sie im Belastungszustand, d. h. im Betrieb des Walzwerkes ausgeglichen werden. Um diese zuvor genannten Einflüsse im Betrieb des Walzwerkes zu kompensieren, bedarf es, wenn überhaupt, dann allenfalls nur einer geringen zusätzlichen axialen Verschiebung einzelner Walzen oder Walzenpaare gegeneinander. Bei den erfindungsgemäß ausgebildeten Walzenkonturen handelt es sich um Walzenkonturen, die sich im Ausgangszustand nicht ergänzen; sondern die sich erst im belasteten Zustand, d. h. im Betrieb des Walzwerkes, insbesondere im Bereich der Bandbreite nahezu vollständig ergänzen. Hierdurch wird auch eine optimale Preßdruckverteilung über die gesamte Kontaktlänge der Walzen unter gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines vorbestimmten Walzspaltes erzielt.

Da der vom konstanten Verlauf abweichende axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung gemäß der Erfindung einer mathematischen Funktion, insbesondere einem Polynom n-ten Grades, einer Exponentialfunktion oder einer Winkelfunktion, entspricht, kann er jederzeit rechnerisch leicht ermittelt werden. Die Polynomfunktion n-ten Grades folgt dabei der allgemeinen Gleichung :

$$D(z) = \sum_{i=0}^{n} a_i \, z^i$$

Bekanntermaßen lautet die Summengleichung für ein Polynom 2-ten Grades dann :

$$D(z) = a\,z^2 + b\,z + c$$

Die Winkelfunktion folgt der allgemeinen Darstellung :

$$D(z) = \sum_{i=0}^{n} (a_i \cos(2 \pi i z) + b_i \sin(2 \pi i z))$$

Eine einfache Lösung lautet beispielsweise :

$D(z) = a \cos(2 \pi z) + c$

Die Exponentialfunktion wird dargestellt als :

$$D(z) = \sum_{i=0}^{n} a_i \exp(b_i z)$$

Eine einfache Lösung folgt beispielsweise der Gleichung :

$D(z) = a \exp(z) + a \exp(-z)$

D ist die Summe der Walzenballendurchmesser, z gibt die bezogene Ortskoordinate an, n bezeichnet die Zahl der Walzen und a, b, c sind Konstanten.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß sich der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser abschnittweise aus verschiedenen mathematischen Funktionen zusammensetzt. Dabei kann beispielsweise die Summe der Walzenballendurchmesser in einem ersten Abschnitt dem Kurvenverlauf eines Parabelbogens folgen, während der zweite mittlere Abschnitt als Sinuskurve und der dritte Abschnitt spiegelbildlich zum ersten Abschnitt wiederum als Parabelbogen ausgebildet ist.

Weiterhin soll sich nach der Erfindung der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser als Summe, gewichtetes Mittel oder als Linearkombination mehrerer mathematischer Funktionen ergeben. Der Konturenverlauf einer derartigen Walzenform könnte sich beispielsweise nach der Gleichung richten :

$D(z) = a z^2 + b \cos(2 \pi z) + c$

Ferner ist vorgesehen, daß der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser in jeder relativen Axialstellung der Walzen einer zur Walzmitte symmetrischen Funktion folgt.

Ebenso ist nach der Erfindung vorgesehen, daß der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser in jeder relativen Axialstellung der Walzen einer zur Walzmitte unsymmetrischen Funktion folgt.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung besteht die Kontur der Walzen, insbesondere der Arbeitswalzen, aus einem schwach konvexen und einem stark konkav gekrümmten Teil, dessen Verlauf sich aus einer Polynomfunktion und einer Exponentialfunktion zusammensetzt. Diese Walzenform eignet sich besonders zur Kompensation der Auswirkungen stark unterschiedlicher Temperaturverhältnisse bzw. Temperaturschwankungen auf die Walzen und den Walzspalt.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Preßdruckwalzen nur auf einer Seite der Walzgutebene axial verschiebbar angeordnet. Auf diese Weise wird ein dem Höhenprofil überlagerter Verlauf des Preßwalzspaltes vermieden und eine besonders gleichmäßige Verteilung der Beanspruchung über die Kontaktlänge der Arbeitswalzen erreicht.

Es zeigen:

Fig. 1 Ein Arbeitswalzenpaar mit schwach konvexem und stark konkavem Konturenverlauf in axial gegeneinander verschobener Position,

Fig. 2 das Arbeitswalzenpaar gemäß Fig. 1 mit in entgegengesetzter Richtung verschobener Position der Walzen,

Fig. 3 ein Quarto-Walzwerk mit oberhalb der Walzbandebene axial verschiebbar angeordneten konturierten Walzen,

Fig.4 ein Quinto-Walzwerk mit oberhalb der Walzbandebene axial verschiebbar angeordneten konturierten Walzen im Querschnitt,

Fig. 5 und 6 Sexto-Walzwerke mit unterschiedlichen Anordnungen der Walzen oberhalb und unterhalb der Walzbandebene im Querschnitt,

Fig. 7 Diagramm verschiedener Formfunktionen von Einzelwalzen, errechnet nach den Verläufen der Summen der Walzenballendurchmesser von zwei Arbeitswalzen.

In Fig. 1 sind zwei Arbeitswalzen (10, 11) eines Walzwerkes dargestellt, deren Konturen aus einem - schwach konvexen Teil (12) und einem stark konkav gekrümmten Teil (13) bestehen. Der Verlauf dieser Konturen setzt sich aus einer Polynomfunktion (konvexer Teil 12) und einer Eponentialfunktion (konkaver Teil 13) zusammen. Die obere Arbeitswalze (10) ist hierbei gegenüber der unteren Arbeitswalze (11) aus der Mittenlage heraus um einen vorbestimmten Betrag (+ 100 mm) axial nach rechts verschoben. In dieser Position entsprechen die Arbeitswalzen (10, 11) einem konventionell ballig geschliffenen Walzenpaar mit parabelförmiger Balligkeit, und das Walzband (14) weist eine dem Walzspalt (15) entsprechende bikonkave Form auf.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeipiel ist die obere Arbeitswalze (10) gegenüber der unteren Arbeitswalze (11) um denselben Betrag (-100 mm) wie in Fig. 1, jedoch aus der Mittenlage heraus axial nach links verschoben. Da die Arbeitswalzen in den in der Zeichnung dargestellten Figuren 1 und 2 identisch sind, wurden sie mit denselben Bezugsziffern versehen. In der in Fig. 2 dargestellten Position der Arbeitswalzen (10, 11) wird ein Walzspalt (16) gebildet, der dem Walzband (17) eine im wesentlichen rechteckige Querschnittsform mit diagonal gegenüberliegenden, leicht abgerundeten Außenkanten vermittelt. Durch axiales Verschieben der oberen Arbeitswalze (10) gegenüber der unteren Arbeitswalze (11) von der in Fig. 1 dargestellten rechten Außenposition (v = + 100 mm) in die in Fig. 2 dargestellte linke Außenposition (v = - 100 mm) können sehr vorteilhft wahlweise stufenlos konkave bis rechteckige Walzspalte mit entsprechenden Walzbandquerschnitten eingestellt und aufrechterhalten werden. Es ist verständlich, daß die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Positionen der Arbeitswalzen zueinander auch durch eine Axialverschiebung der unteren Arbeitswalze (11) gegenüber der darüber befindlichen oberen Arbeitswalze (10) erreicht werden können. Auch können die Arbeitswalzen (10, 11) über in der Zeichnung nicht dargestellte, entsprechend ausgebildete Stützwalzen und gegebenenfalls Zwischenwalzen abgestützt werden. Der wesentliche Vorteil dieser konturierten Arbeitswalzen (10, 11) gemäß der Erfindung besteht jedoch darin, daß sie sich besonders zur Kompensation der Auswirkungen unterschiedlicher Temperaturverhältnisse eignen. So ist für kalte Walzen, wenn die Walzenform nur durch die mechanisch aufgebrachte Oberflächenkontur bestimmt wird, zum Ausgleich der elastischen Deformationen des Walzensatzes eine Balligkeit erforderlich, wie sie durch die in Fig. 1 dargestellte Position der Arbeitswalzen (10, 11) realisiert wird. Mit zunehmender Walzentemperatur stellt sich jedoch eine Temperaturverteilung ein, die im mittleren Bereich des Ballens flach verläuft und zu den Ballenenden hin abfällt. Dem Temperaturverlauf entspricht jedoch aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnung eine thermische Balligkeit der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Walzenform. Die erforderliche mechanisch bestimmte Balligkeit der Walzen verringert sich entsprechend. Gleichzeitig wird jedoch eine Kompensation des veränderten Walzendurchmesserverlaufes im Bereich der Ballenenden erforderlich. Beide Wirkungen lassen sich in der vom jeweiligen Temperaturniveau abhängigen Größe durch die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Axialverschiebung der oberen Arbeitswalze (10) gegenüber der unteren Arbeitswalze (11) stufenlos bis zum Extrempünkt (v = - 100) einstellen.

Die Fig. 3 zeigt ein Walzwerk mit zwei Arbeitswalzen (18, 19) und zwei Stützwalzen (20, 21), wobei erfindungsgemäß die oberhalb der Ebene des Walzbandes (22) befindlichen Walzen (18) und (20) etwa flaschenförmig ausgebildet und gegenüber den unterhalb des Walzbandes (22) befindlichen Walzen (19, 21) axial verschiebbar angeordnet sind. Auch sind hierbei die Arbeitswalze (18) und die Stützwalze (20) zweckmäßig senkrecht übereinander - in Richtung des Kraftflusses (Pfeile 23, 24) gesehen - hintereinandërliegend angeordnet.

Die Form des Walzspaltes (25), und zwar quer zur Walzrichtung läßt sich durch die Form der Walzballen beeinflussen. Eine Vergrößerung des jeweils örtlichen Durchmessers (Di) einer Walze vermindert örtlich die Höhe des Walzspaltes (25), wobei der "Durchgriff" der einzelnen Walzen verschieden ist. Im Ausführungsbeispiel nach der Formel :

$$-\Delta h(z) = c_1D_1(z) + c_2D_2(z) + c_3D_3(z) + c_4D_4(z)$$

und zwar mit c_1, c_4 = 0,4 ... 0,45 für die Stützwalzen (20, 21)

und c_2, c_3 = 0,7 ... 0,95 für die Arbeitswalzen (18, 19), je nach Walzendurchmesser, Ballenlänge, elastischen Eigenschaften, Lastniveau etc..

Die Walzenformen bzw. Konturen müssen daher so gewählt bzw. ausgebildet werden, daß die Summenwirkung im Walzspalt die jeweils gewünschte, im allgemeinen zur Walzbandlaufmitte symmetrische Gestalt hat :

$$-\Delta h(z) = c_1 D_1(z - v_1) + c_2 D_2 (z - v_2),$$

wobei v_1 und v_2 die Verschiebewege der Walzen beinhalten.

Im allgemeinen wird man die weiter vom Walzgut entfernte Walze mit einer stärkeren Konturierung versehen, und zwar etwa in einem Verhältnis :

$$D_{1max} - D_{1min}) : (D_{2max} - D_{2min}) = c_2 : c_1$$

Zusätzlich kann es sinnvoll sein, die Verschiebewege v_1 und v_2 betraglich unterschiedlich zu wählen (etwa $v_1 > v_2$). Bei geeigneter Wahl der Walzenkonturen kann auf die axiale Verschiebung einer der Walzen ganz verzichtet werden.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Quinto-Walzwerk mit den beiden Arbeitswalzen (26, 27) und Stützwalzen (28, 29) und (30) sind ebenfalls nur, wie bei dem Walzwerk gemäß Fig. 3, die oberhalb der Ebene des Walzbandes (31) befindlichen Walzen (26), (28) und (29) axial verschiebbar angeordnet. Jedoch ist hierbei die Anordnung der oberen Stützwalzen (28, 29) so getroffen, daß sie - in Richtung des Kraftflusses (Pfeile 32, 33) gesehen - nebeneinander zu liegen kommen.

Im übrigen wird auch hierbei, in gleicher Weise wie bei dem in Fig. 3 dargestellten Quarto-Walzwerk, die Walzspaltform durch alle Walzendurchmesserfunktionen beeinflußt. Der Durchgriff der Walzen ist jedoch gegenüber den Walzen gemäß Fig. 3 um den Richtungskosinus des Kraftflusses vermindert. Maßgebend für den Walzspalt ist auch hierbei wiederum die vorstehend in Verbindung mit der Beschreibung der Fig. 3 angeführte Summenwirkung. Da bei symmetrischer Anordnung die beiden Stützwazen (28, 29) den gleichen Durchgriff auf den Walzspalt besitzen, kann im Gegensatz zum Walzwerk gemäß Fig. 3 mit gleichen Walzenformen eine symmetrische Beeinflussung der Walzspaltform erreicht werden. Die besonderen Vorteile der in den Figuren 3 und 4 dargestellten, erfindungsgemäß ausgebildeten Walzwerke gegenüber den bisher bekannten Walzwerken bestehen darin, daß ein dem Höhenprofil überlagerter s-förmiger Verlauf des Walzspaltes in einfacher Weise vermieden und ein gleichmäßigerer Verlauf der Beanspruchung der Arbeitswalzen, insbesondere über die Ballungen der Walzen hinweg erzielt wird.

Gegebenenfalls kann es auch, wie Fig. 5 zeigt, zweckmäßig sein, bei einem Walzwerk mit sechs Walzen, eine zur Ebene des Walzbandes (34) spiegelbildliche bzw. symmetrische Anordnung der Arbeiswalzen (35, 36) und der mit den Arbeitswalzen zusammenwirkenden Stützwalzen (37, 38) bzw. (39, 30) gemäß der Erfindung vorzusehen. Auch bei diesem Walzwerk sind die Walzenkonturen erfindungsgemäß ausgebildet, und es ist jeweils auch nur eine axiale Verschiebung einer der Walzen, insbesondere Arbeitswalzen, gegenüber den anderen Walzen auf einer Seite, d. h. auf der oberen oder unteren Seite des Walzbandes (34) vorgesehen.

Im übrigen kann, wie in Fig. 6 dargestellt, die Anordnung der Walzen bei einem Walzwerk mit sechs Walzen auch sehr vorteilhaft so vorgenommen werden, daß die Arbeitswalze (41) unterhalb des Walzbandes (42) nur von einer Stützwalze (43) abgestützt wird, während die Abstützung der oberhalb des Walzbandes (42) befindlichen Arbeitswalze (44) über eine Zwischenwalze (45) und zwei mit der Zwischenwalze (45) zusammenwirkenden Stützwalzen (46, 47) erfolgt.

In Fig. 7 werden beispielhaft verschiedene Konturen der Walzenballendurchmesser (mm) von Arbeitswalzen in Abhängigkeit von der bezogenen Walzenballenbreite, d.h. der Ortskoordinate z dargestellt. Für zwei gegengleiche symmetrische Ober-und Unterwalzen ist dabei mit A der Funktionsverlauf der Form einer Einzelwalze nach einem Polynom 3-ten Grades angegeben und folgt der Gleichung :

$$D_1(z) = 250 - 0{,}15\, z - 0{,}20\, z^2 + 0{,}15\, z^3$$

Mit B ist der einer Winkelfunktion folgende Formverlauf einer Einzelwalze gekennzeichnet, sie lautet :

$$D_1(z) = 250 + 0{,}25 \cos(2\pi z) + 0{,}10 \sin(2\pi z) + 0{,}08 \sin(4\pi z)$$

Mit C ist der Funktionsverlauf nach einer Exponentialfunktion bezeichnet :

$D_1(z) = 250 - 0{,}35\ \exp(z) - 0{,}12\ \exp(-2\ z) + 0{,}27\ \exp(-z) + 0{,}06\ \exp(2\ z)$

Darüberhinaus sind noch beliebig viele andere Varianten möglich, insbesondere auch hinsichtlich der Anordnung von mehreren Stützwalzen und Zwischenwalzen einseitig oder zu beiden Seiten des Walzspaltes, und zwar mit denselben Vorteilen, wie sie in Verbindung mit den in den Zeichnungsfiguren dargestellten Walzwerken geschildert wurden. Dasgleiche gilt auch hinsichtlich beliebiger Anordnungen bei Vielwalzengerüsten. Auch besteht die Möglichkeit, die Arbeitswalzen des Walzwerkes gemäß der Erfindung in der Walzebene gegeneinander verschwenkbar oder aber die Achsen des jeweils zusammenwirkenden Walzenpaares quer zur Walzenebene gegeneinander geneigt einstellbar anzuordnen. Wesentlich ist jedoch auch hierbei eine entsprechende erfindungsgemäße Konturierung der Walzen, und zwar derart, daß sich die Walzen im Belastungszustand ergänzen und nicht im unbelasteten Zustand.

Ansprüche

1. Walzwerk zur Herstellung eines Walzgutes, insbesondere eines Walzbandes, mit Arbeitswalzen, die sich gegebenenfalls an Stützwalzen oder an Stützwalzen und Zwischenwalzen abstützen, wobei die Arbeitswalzen und/oder die Stützwalzen und/oder die Zwischenwalzen im Walzgerüst axial verschiebbar angeordnet und mit einer im wesentlichen über die gesamte Ballenlänge verlaufenden gekrümmten Kontur versehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Konturen der Walzen (10, 11, 18, 19, 20, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47) im Ausgangszustand bzw. unbelasteten Zustand so ausgebildet sind, daß der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser in jeder relativ veränderten Axialstellung der Walzen zueinander einen von einem konstanten Verlauf abweichenden Verlauf einnimmt.

2. Walzwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vom konstanten Verlauf abweichende axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser einer mathematischen Funktion, insbesondere einem Polynom n-ten Grades, einer Exponentialfunktion oder einer Winkelfunktion entspricht.

3. Walzwerk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser abschnittweise aus verschiedenen mathematischen Funktionen zusammensetzt.

4. Walzwerk nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, daß sich der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser als Summe, gewichtetes Mittel oder als Linearkombination mehrerer mathematischer Funktionen ergibt.

5. Walzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet , daß der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser in jeder relativen Axialstellung der Walzen einer zur Walzmitte symmetrischen Funktion folgt.

6. Walzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß der axiale Verlauf der Summe der Walzenballendurchmesser in jeder relativen Axialstellung der Walzen einer zur Walzmitte unsymmetrischen Funktion folgt.

7. Walzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet , daß die Kontur der Walzen (10, 11), insbesondere der Arbeitswalzen (10, 11) aus einem schwach konvexen Teil (12) und einem stark konkav gekrümmten Teil (13) besteht, dessen Verlauf sich aus einer Polynomfunktion und einer Exponentialfunktion zusammensetzt.

8. Walzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (10, 18, 19, 26, 28, 29, 35, 37, 38, 44, 45, 46, 47) nur auf einer Seite der Walzgutebene axial verschiebbar angeordnet sind.

9. Walzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß die axial verschiebbaren Walzen (18, 20) - in Richtung des Kraftflusses gesehen - hintereinanderliegend angeordnet sind.

10. Walzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß die axial verschiebbaren Walzen (28, 29) - in Richtung des Kraftflusses gesehen - nebeneinanderliegend angeordnet sind.

Fig. 1

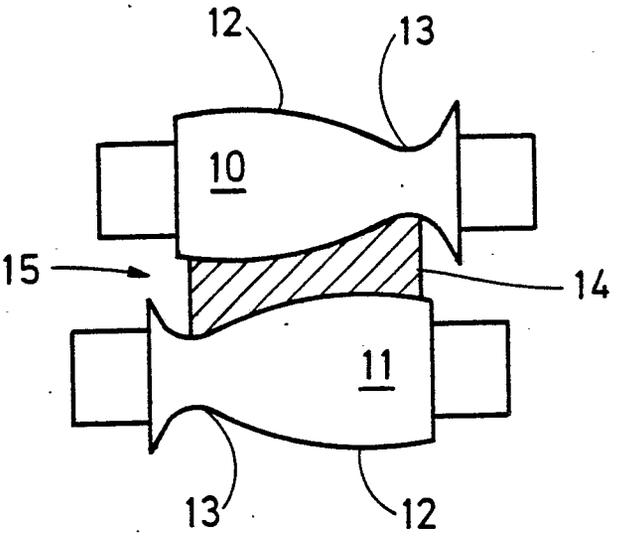


Fig. 2

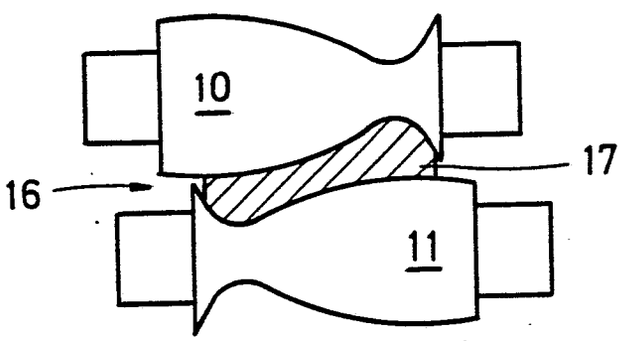


Fig. 3

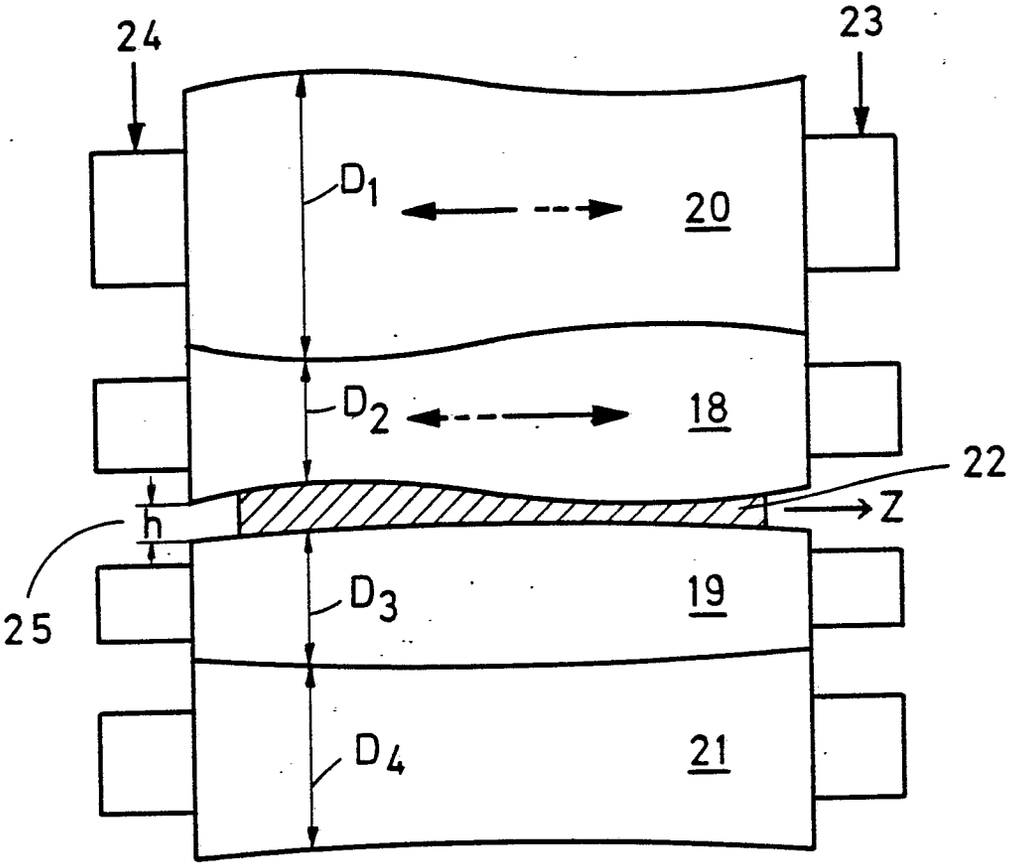
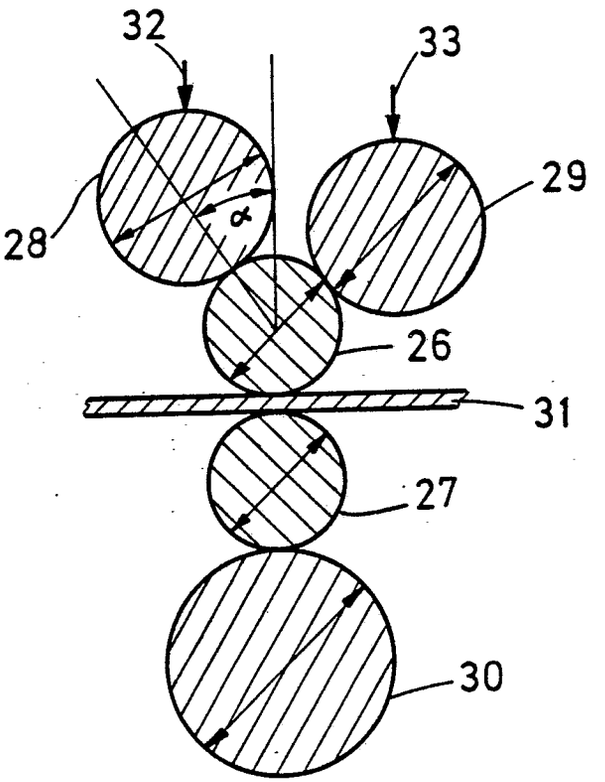


Fig. 4



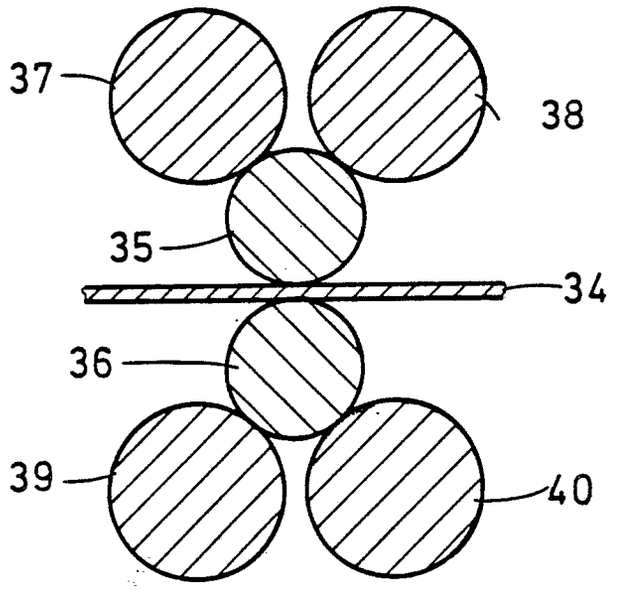


Fig. 5

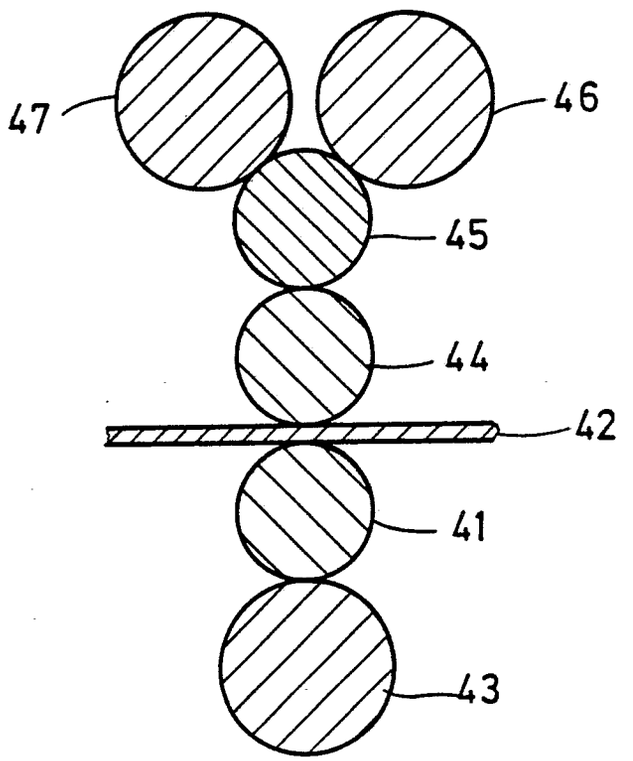
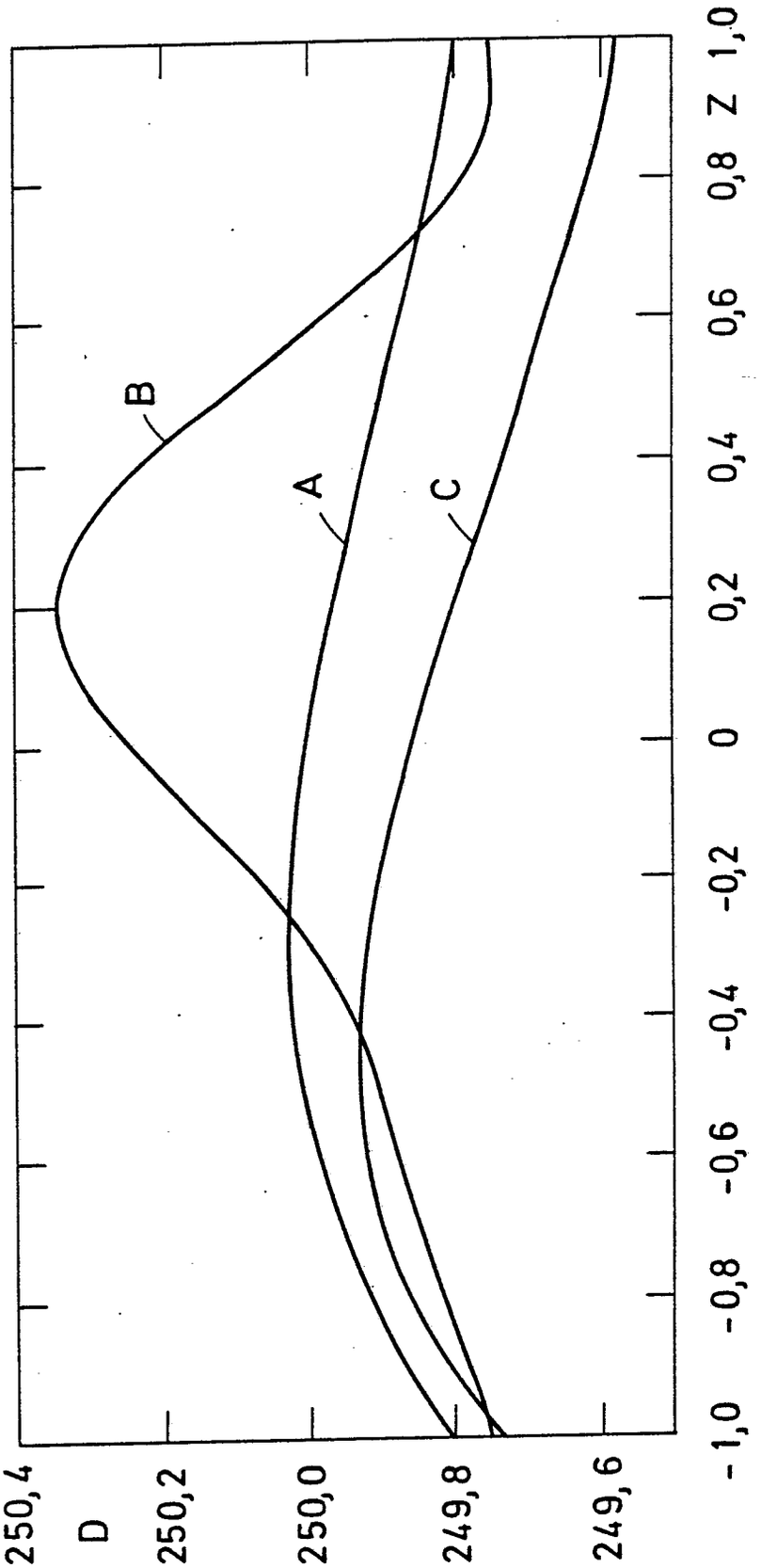


Fig. 6

Fig. 7



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 10 8001

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,A	EP-A-0 091 540 (SCHLOEMANN) * Figuren 1, 2; Ansprüche 1, 2 * ---	1	B 21 B 13/14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 5, Nr. 83 (M-71)[755], 30. Mai 1981; & JP - A - 56 30014 (KOBE SEIKOSHO) 26.03.1981 ---	1	
A	EP-A-0 153 849 (KAWASAKI STEEL) * Anspruch 1; Figuren 4, 5 * -----	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)

B 21 B 13/00
B 21 B 29/00
B 21 B 31/00

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
BERLIN	01-09-1987	SCHLAITZ J

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument