



(11)

EP 1 245 301 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.03.2007 Patentblatt 2007/12

(51) Int Cl.:
B21D 1/05^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02002495.6**

(22) Anmeldetag: **02.02.2002**

(54) **Zugreckanlage für Stahl- und Metallbänder**

Straightening device for steel - and metallic strips

Dispositif de redressage par étirage pour bandes d'acier ou de métal

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **26.03.2001 DE 10114883**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.2002 Patentblatt 2002/40

(73) Patentinhaber: **BWG BERGWERK- UND
WALZWERK-MASCHINENBAU GMBH
D-47051 Duisburg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Noé, Andreas, Dr.**
47647 Kerken (DE)
- **Noé, Rolf, Dipl Ing**
45478 Mülheim/Ruhr (DE)

(74) Vertreter: **Albrecht, Rainer Harald et al**
Patentanwälte
Andrejewski, Honke & Sozien,
Postfach 10 02 54
45002 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 824 046 **US-A- 3 783 667**
US-A- 5 341 664 **US-A- 5 535 610**
US-A- 6 109 084

- **THIES H ET AL: "EINFLUSSGROESSEN BEIM
STRECKBIEGERICHTEN, INSBESONDERE AUF
DIE EBENHEIT VON STAHLBAENDERN" STAHL
UND EISEN, VERLAG STAHLLEISEN GMBH.
DUSSELDORF, DE, Bd. 111, Nr. 4, 15. April 1991
(1991-04-15), Seiten 87-93,204, XP000215732
ISSN: 0340-4803**

EP 1 245 301 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 Erfindung betrifft eine Zugreckanlage für Stahl- und Metallbänder gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 (siehe z.B. US-A-6109084).

[0002] Aus der Praxis sind Zugreckanlagen mit zwei Reckzonen bekannt (vgl. Fig. 1). Durch die Aufteilung in zwei Reckzonen wird das Planheitsergebnis gegenüber einer Reckzone verbessert, da in der ersten Reckzone bereits die Bandbreite elastisch verringert wird und so in der Nachreckzone eine über der Bandbreite gleichmäßigere Spannungsverteilung erzielt wird, die dann zu einer besseren Planlage des gerichteten Bandes führt.

[0003] Hierbei wird in der Vorreckzone die Bandzugspannung bis fast zur Streckgrenze $R_{p0,2}$ erhöht, so dass in Verbindung mit der Biegewirkung aufgrund der endlichen Durchmesser der Spanntrommeln bereits eine leichte elastoplastische Vorreckung stattfindet. So wird bereits ein Teil oder die gesamte im Band vorhandene Unplanheit in der Vorreckzone korrigiert. Theoretisch ist auch denkbar, die Bandzugspannung in der Vorreckzone auf oder über den Wert $R_{p0,2}$ anzuheben.

[0004] Außerdem kennt man eine Zugreckanlage mit einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz sowie einem zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz angeordneten Zugreckrollenpaar. Dabei wird zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz jener Streckzug erzeugt, welcher für die elastische Verformung des durchlaufenden Bandes erforderlich ist. Die plastische Verformung des Bandes erfolgt im Zuge des Reckvorganges lediglich im Bereich des Zugreckrollenpaares. Es wird also der für die gewünschte Reckung des Bandes erforderliche Streckzug einerseits auf dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz für die elastische Reckung und andererseits auf das Zugreckrollenpaar für die plastische Reckung des betreffenden Bandes aufgeteilt (vgl. DE 39 12 676 C2).

[0005] Ferner kennt man eine Zugreckanlage mit einem Bremsrollensatz sowie einem Zugrollensatz, wobei zwischen dem Zugrollensatz und einer zentralen Reckwalze eine erste Reckstrecke und zwischen der zentralen Reckwalze und dem Zugrollensatz eine zweite Reckstrecke verwirklicht sind (vgl. DE 196 45 599 A1).

[0006] Schließlich ist eine Streckbiegevorrichtung mit drei Streckbiegerollen bekannt, über welche das jeweilige Metallband wechselseitig geführt ist und von dem die mittlere Streckbiegerolle während des Streckbiegevorganges in das Metallband eingetaucht ist (vgl. DE 36 707 C2).

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zugreckanlage zu schaffen, mit welcher sich auf einfache Weise bei den zu behandelnden Stahl- und Metallbändern gute Planheitsergebnisse erzielen lassen.

[0008] Diese Aufgabe wird im Rahmen der Erfindung durch eine Zugreckanlage mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Theoretische Berechnungen mit dynamischen Finite Elemente Rechenmodell haben überraschender-

weise ergeben, dass die Länge der Reckzonen bzw. Reckstrecken ein wesentliches Kriterium für die Gleichmäßigkeit des Restspannungsverlaufes über der Bandbreite, mithin also der Planlage ist; denn wenn die Längszugspannungen nach dem Recken über der Bandbreite konstant sind, sind die Restlängsspannungen nach Entlastung = 0 und das Band ideal plan.

[0010] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren 1 bis 5 erläutert.

[0011] Während Fig. 1 eine Zugreckanlage nach dem Stand der Technik mit Rollen 1' bis 10' und mit einer ersten Reckstrecke bzw. Vorreckzone R_1 und einer zweiten Reckstrecke bzw. Nachreckzone R_2 zeigt, zeigt Fig. 2 die erfindungsgemäße Lösung mit Rollen 1 bis 9, mit einer ersten Reckstrecke bzw. Vorreckzone R_1 und einer zweiten Reckstrecke bzw. Nachreckzone R_2 sowie einer In-line Crossbowmessung M.

[0012] Ferner zeigen die Fig. 4 als Beispiel 1 und die Fig. 5 als Beispiel 2 die normierte Längsspannung als Funktion der halben Bandbreite.

[0013] In den beiden Beispielen wird jeweils davon ausgegangen, dass das Band vor dem Recken ideal plan ist. Wie man erkennt, werden durch den Reckprozess selbst ungleichmäßige Spannungen über der Bandbreite erzeugt. Im Beispiel 1 (Figur 4) entsteht ein Spannungsunterschied von 8 MPa, entsprechend 12 J-units Unterschied in der plastischen Längsdehnung zwischen Bandmitte ("center") und Rand ("edge"). Das Band ist nach dem Recken leicht mittlenwellig. Im Beispiel 1 wurde das Band in einer einzigen Reckzone der Länge 900 mm \pm 0,56fache Bandbreite gereckt. Im Beispiel 2 (Figur 5) wurde das Band in zwei Reckzonen (1. Reckstrecke und 2. Reckstrecke) jeweils der Länge 2000 mm \pm 1,25fache Bandbreite gereckt (Fig. 2). Hier beträgt der Spannungsunterschied nach dem Recken nur 1 MPa zwischen Mitte und Rand, entsprechend ca. 1 J-unit. Das Band ist also nahezu ideal plan.

[0014] Es wirkt sich also günstig auf das Richterergebnis aus, die Länge der Reckzone $> 0,56 \times b_{\max}$, bevorzugt $1 - 1,5 \times b_{\max}$, auszuführen (b_{\max} = maximale Bandbreite). Noch besser ist es, die Reckzonenlänge der tatsächlichen Bandbreite b anzupassen, d. h. bevorzugt $1 - 1,5 \times b$ (Fig. 3). Dabei zeigt Fig. 3 eine Version mit einstellbarer Reckzonenlänge. Ein typischer Bandbreitenbereich ist $b = 600 - 1850$ mm.

[0015] Wird das Band nur in der Zone zwischen den Rollen 4 und 5 gereckt, verbleibt im Band eine Längsrestkrümmung (Coilset) in Richtung der Biegewirkung der Rolle 5.

[0016] Wird das Band nur in der Zone Rolle 5 - Rolle 6 gereckt, verbleibt im Band ein Coilset in Richtung der Biegewirkung der Rolle 6.

[0017] Wird nun in beiden Zonen gereckt, kann durch ein entsprechendes Verhältnis der Reckgrade in den beiden Zonen der Coilset zu 0 oder auf einen gewünschten anderen Wert eingestellt werden, sofern die Biegewirkung der Rolle 5 entgegengesetzt zu Rolle 6 ist. Da sich der Coilset in der Linie unter Bandzug aufgrund des Pois-

son-Effekts als Querkrümmung (in-line Crossbow) darstellt, kann er optisch gemessen werden und ein geschlossener Regelkreis aufgebaut werden.

[0018] Die vorgeschlagene neue Lösung (Fig. 2) bedeutet im Vergleich mit der bisherigen Lösung (Fig. 1) eine Vereinfachung im maschinellen Aufwand (eine Rolle weniger) und eine Verbesserung im Richtergebnis. Der Umschlingungswinkel an Rolle 5 braucht nur so groß zu sein, um 1 - 10 % Bandzuganstieg ohne Schlupf übertragen zu können.

[0019] Die Länge einer Reckzone sollte im Übrigen auch nicht zu groß werden, da ja der Streckgrad stets der Durchschnittswert über die Reckzone ist. Wegen Dicken- und Festigkeitsschwankungen im Band über die Bandlänge können in der Praxis lokale Streckgradunterschiede auftreten, wenn die Reckzone zu lang ist.

Patentansprüche

1. Zugreckanlage für Stahl- und Metallbänder, insbesondere im Dickenbereich von 0,1 bis 4 mm, mit einem Bremsrollensatz (Rollen 1 - 4), welcher in Verbindung mit der angetriebenen Rolle (5) eine erste Reckstrecke bzw. Reckzone bildet, und einem Zugrollensatz (Rollen 6 - 9), welcher mit der angetriebenen Rolle (5) eine zweite Reckstrecke bzw. Reckzone bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge der ersten und zweiten Reckstrecke bzw. Reckzone jeweils mindestens das 0,5 fache der maximalen Bandbreite beträgt.
2. Zugreckanlage nach Anspruch 1, wobei die Länge der ersten und/oder zweiten Reckstrecke bzw. Reckzone jeweils maximal das 10fache der maximalen Bandbreite beträgt.
3. Zugreckanlage nach Anspruch 1 bis 2, wobei die Länge der ersten und der zweiten Reckstrecke bzw. Reckzone das 1-2fache der maximalen Bandbreite beträgt.
4. Zugreckanlage nach Anspruch 1 bis 3, wobei der Durchmesser der Rollen (4, 5 und 6) mindestens dem 1000fachen der maximalen Banddicke entspricht.
5. Zugreckanlage nach den Ansprüchen 1 bis 4, wobei mindestens einer der Rollen (4, 5 oder 6) als Rolle mit konkav/konvex einstellbarer Kontur ausgeführt wird.
6. Zugreckanlage nach den Ansprüchen 1 bis 5, wobei die Kontur der Rolle zonenweise über der Bandbreite einstellbar ist.
7. Zugreckanlage nach den Ansprüchen 1 bis 6, wobei in zumindest einer Reckstrecke bzw. Reckzone eine

Linearmotoreinheit angeordnet ist, mit der die Bandzugverteilung über der Bandbreite beeinflusst werden kann.

8. Zugreckanlage nach den Ansprüchen 1 bis 7, wobei die Biegerichtung der Rolle (5) entgegengesetzt zur Rolle (6) ist und die nach dem Recken verbleibende Längs- bzw. Querkrümmung im Band durch Einstellen des Verhältnisses der Reckgrade in den beiden Reckstrecken bzw. Reckzonen korrigiert werden kann.
9. Zugreckanlage nach den Ansprüchen 1 bis 8, wobei die In-Line-Querkrümmung on-line gemessen wird und der Messwert als Stellgröße für einen geschlossenen Regelkreis zur Krümmungskorrektur benutzt wird.
10. Zugreckanlage nach den Ansprüchen 1 bis 9, wobei vor, in oder hinter den Reckstrecken bzw. Reckzonen die Planheit des Bandes on-line mit Planheitsmessungen gemessen wird und die Messwerte zur Planheitsregelung des Reckprozesses benutzt werden.
11. Zugreckanlage nach den Ansprüchen 1 bis 10, wobei der Umschlingungswinkel des Bandes an der Rolle (5) $\leq 180^\circ$, bevorzugt $\leq 90^\circ$ beträgt.
12. Zugreckanlage nach den Ansprüchen 1 bis 11, wobei die Länge der ersten und/oder zweiten Reckstrecke bzw. Reckzone variabel einstellbar ist, um bei einer gegebenen Bandbreite eine jeweils optimale Länge der Reckstrecken bzw. Reckzonen(n) zu erreichen.

Claims

1. A stretch forming machine for steel and metal strips, particularly with a thickness in the range between 0.1 and 4 mm, with a set of braking rollers (rollers 1-4) that form a first stretching section or stretching zone in cooperation with the driven roller (5), and with a set of drawing rollers (rollers 6-9) that form a second stretching section or stretching zone in cooperation with the driven roller (5), **characterized in that** the length of the first and the second stretching section or stretching zone respectively amounts to at least 0.5-times the maximum strip width.
2. The stretch forming machine according to Claim 1, wherein the length of the first and/or the second stretching section or stretching zone respectively amounts to no more than 10-times the maximum strip width.
3. The stretch forming machine according to Claims 1

and 2, wherein the length of the first and the second stretching section or stretching zone amounts to 1-times to 2-times the maximum strip width.

4. The stretch forming machine according to Claims 1 to 3, wherein the diameter of the rollers (4, 5 and 6) corresponds to at least 1000-times the maximum strip thickness. 5
5. The stretch forming machine according to Claims 1 to 4, wherein at least one of the rollers (4, 5 or 6) is realized with a concavely/convexly adjustable contour. 10
6. The stretch forming machine according to Claims 1 to 5, wherein the contour of the roller can be adjusted zone-by-zone over the strip width. 15
7. The stretch forming machine according to Claims 1 to 6, wherein a linear motor unit is arranged in at least one stretching section or stretching zone and makes it possible to influence the distribution of the strip tension over the strip width. 20
8. The stretch forming machine according to Claims 1 to 7, wherein the bending direction of the roller (5) extends opposite to the roller (6) and the longitudinal and lateral curvature of the strip remaining after the stretching process can be corrected by adjusting the stretching ratio between the two stretching sections or stretching zones. 25
9. The stretch forming machine according to Claims 1 to 8, wherein the in-line lateral curvature is measured on-line and the measured value is used as correcting variable for a closed control loop for the curvature correction. 30
10. The stretch forming machine according to Claims 1 to 9, wherein the surface evenness of the strip is measured on-line by means of surface evenness measurements upstream, in or downstream of the stretching sections or stretching zones and the measured values are used for controlling the surface evenness of the stretching process. 35
11. The stretch forming machine according to Claims 1 to 10, wherein the wrap angle of the strip on the roll (5) amounts to $\leq 180^\circ$, preferably $\leq 90^\circ$. 40
12. The stretch forming machine according to Claims 1 to 11, wherein the length of the first and/or the second stretching section or stretching zone is variably adjustable in order to respectively achieve an optimal length of the stretching sections or stretching zone (s) for a given strip width. 45

Revendications

1. Installation d'étirage par traction pour des feuillards d'acier ou de métal, notamment dans des épaisseurs d'un ordre de 0,1 à 4 mm, avec un jeu de tambours de freinage (tambours 1 à 4), qui en association avec le tambour entraîné (5) forme un premier trajet d'étirage ou zone d'étirage et avec un jeu de tambours de traction (tambours 6 à 9), qui avec le tambour entraîné (5) forme un deuxième trajet d'étirage ou zone d'étirage, **caractérisée en ce que** la longueur du premier et du deuxième trajet d'étirage ou zone d'étirage correspond chaque fois à au moins 0,5 fois la largeur maximale du feuillard. 5
2. Installation d'étirage par traction selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la longueur du premier et/ou du deuxième trajet d'étirage ou zone d'étirage correspond chaque fois à au moins 10 fois la largeur maximale du feuillard. 10
3. Installation d'étirage par traction selon la revendication 1 ou 2, la longueur du premier et du deuxième trajet d'étirage ou zone d'étirage correspondant à de 1 à 2 fois la largeur maximale du feuillard. 15
4. Installation d'étirage par traction selon la revendication 1 à 3, le diamètre des tambours (4, 5 et 6) correspondant au moins à 1000 fois l'épaisseur maximale du feuillard. 20
5. Installation d'étirage par traction selon les revendications 1 à 4, au moins l'un des tambours (4, 5 ou 6) étant réalisé sous la forme de rouleau avec un contour concave/convexe réglable. 25
6. Installation d'étirage par traction selon les revendications 1 à 5, le contour des tambours étant réglable par zones sur la largeur du feuillard. 30
7. Installation d'étirage par traction selon les revendications 1 à 6, une unité de moteur linéaire, à l'aide de laquelle la répartition de la traction du feuillard peut être influencée sur la largeur de la bande étant placée dans au moins l'un des trajets d'étirage ou zone d'étirage. 35
8. Installation d'étirage par traction selon les revendications 1 à 7, la direction de flexion du tambour (5) étant à l'opposée du tambour (6), et la courbure longitudinale ou transversale résiduelle dans le feuillard après l'étirage pouvant être corrigée par réglage du rapport des taux d'étirage dans les deux trajets d'étirage ou zones d'étirage. 40
9. Installation d'étirage par traction selon les revendications 1 à 8, la courbure transversale en ligne étant mesurée dans la ligne et la valeur mesurée étant 45

utilisée en tant que grandeur de réglage pour un circuit de réglage fermé, pour la correction de la courbure.

10. Installation d'étirage par traction selon les revendications 1 à 9, à l'avant, dans ou à l'arrière des trajets d'étirage ou zones d'étirage, la planéité du feuillard étant mesurée en ligne par des mesures de planéité et les valeurs mesurées étant utilisées pour le réglage de la planéité du processus d'étirage. 5
10
11. Installation d'étirage par traction selon les revendications 1 à 10, l'angle d'enroulement du feuillard sur le tambour (5) étant $\leq 180^\circ$, de préférence $\leq 90^\circ$. 15
12. Installation d'étirage par traction selon les revendications 1 à 11, la longueur du premier et/ou du deuxième trajet d'étirage ou zone d'étirage étant réglable de façon variable, pour obtenir à une largeur de feuillard donnée une longueur chaque fois optimale des trajets d'étirage ou zone(s) d'étirage. 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1 Stand der Technik

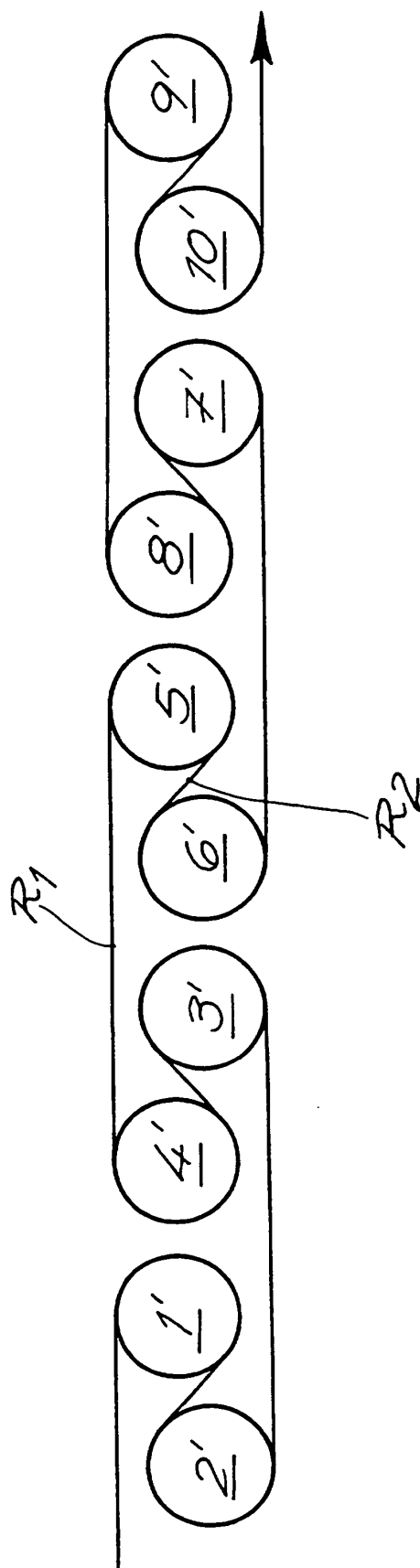


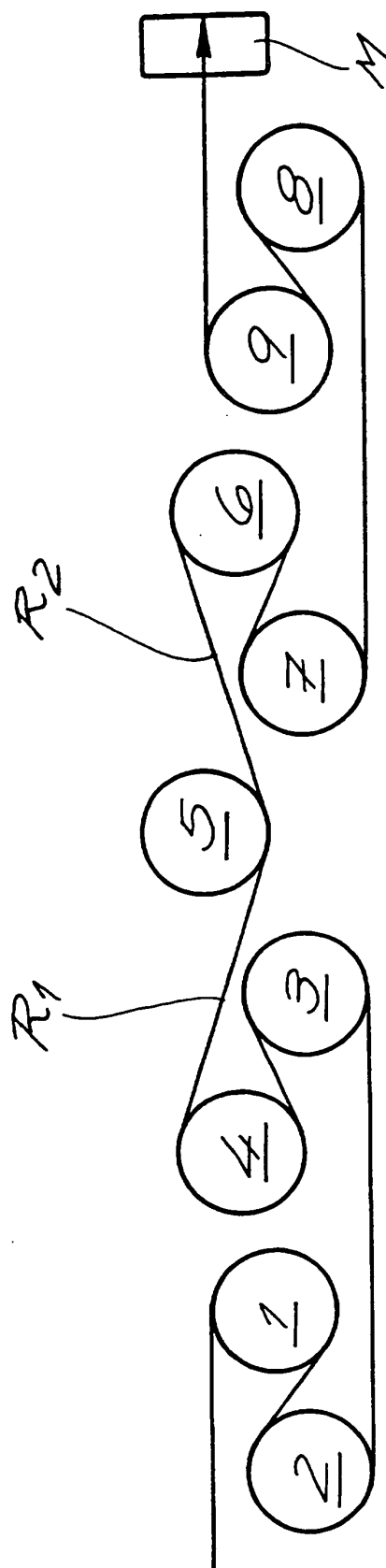
Fig. 2

Fig. 3

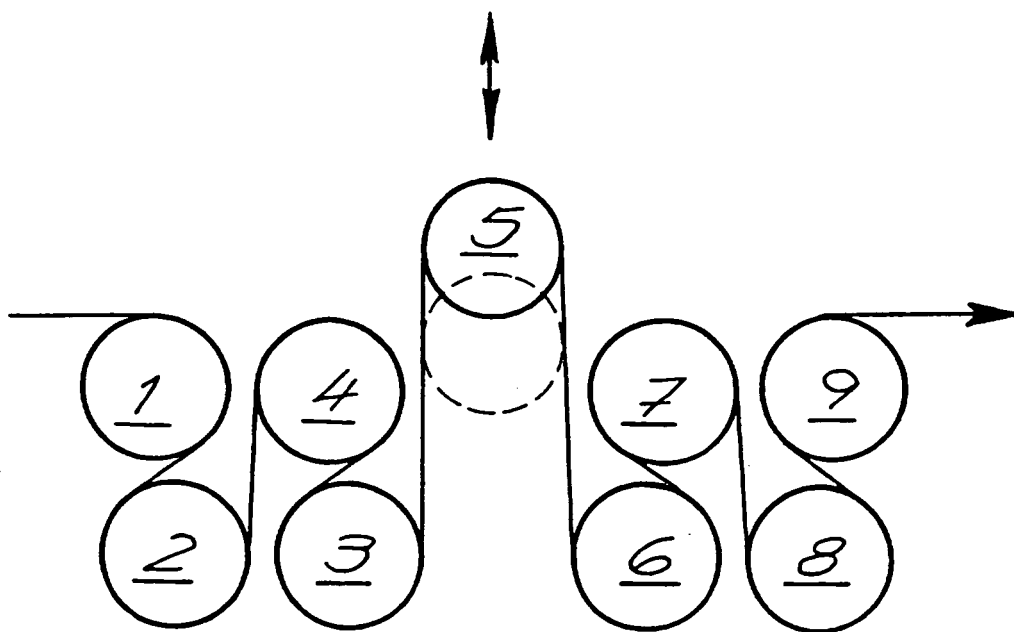
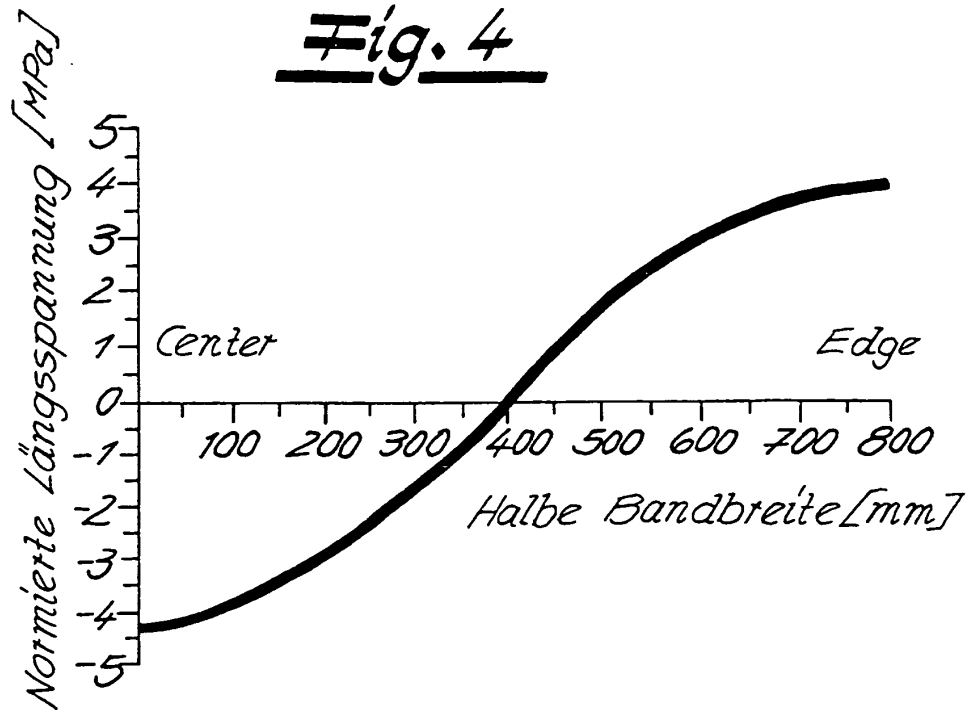


Fig. 4Fig. 5