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

(11) **EP 2 026 915 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.11.2010 Patentblatt 2010/46

(21) Anmeldenummer: **07725994.3**

(22) Anmeldetag: **13.06.2007**

(51) Int Cl.:
B21B 13/14 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/005217

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/144161 (21.12.2007 Gazette 2007/51)

(54) WALZGERÜST ZUR HERSTELLUNG VON WALZBAND ODER BLECH

ROLLING STAND FOR PRODUCING ROLLED STRIP OR SHEET

CAGE DE LAMINOIR POUR LA FABRICATION DE BANDE LAMINÉE OU DE TÔLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **14.06.2006 AT 10212006**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.02.2009 Patentblatt 2009/09

(73) Patentinhaber: **Siemens VAI Metals Technologies GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
- **SEILINGER, Alois**
  A-4040 Linz (AT)
- **WIDDER, Markus**
  A-4020 Linz (AT)

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 228 818
EP-A1- 0 091 540
EP-A1- 0 249 801
EP-A1- 0 258 482
AT-B- 410 765
JP-A- 3 013 218

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 026 915 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Walzgerüst zur Herstellung von Walzband oder Blech mit Arbeitswalzen, die sich an Stützwalzen oder Zwischenwalzen und Stützwalzen abstützen, wobei zumindest eine dieser Walzen eine über die gesamte wirksame Ballenlänge verlaufende, durch eine nichtlineare Funktion beschreibbare Ballenkontur aufweist und die Ballenkontur dieser zumindest einen Walze in mindestens einem der Randbereiche ihrer Längserstreckung Anfasungen aufweist und in diesen Randbereichen eine korrigierte Ballenkonturen bildet.

[0002] Bei Quarto-Walzgerüsten oder Sexto-Walzgerüsten gehört es zur gängigen Praxis, zumindest die beiden Arbeitswalzen oder die beiden Zwischenwalzen, vereinzelt aber auch die Stützwalzen, mit einer speziellen Ballenkontur auszustatten und axial wirkende Verstelleinrichtungen für die Arbeitswalzen oder Stützwalzen vorzusehen, um die Walzspaltkontur in Abhängigkeit vom aktuellen Walzbandprofil einstellen zu können.

[0003] Ein Walzgerüst dieser Art ist beispielsweise aus der AT 410765 B bereits bekannt. Die Walzballenkontur dieser in der Fachwelt unter der Bezeichnung SmartCrown® bekannten Walzen ist mathematisch durch eine modifizierte Sinusfunktion beschreibbar. Durch geeignete Wahl der Konturparameter ergibt sich dabei ein kosinusförmiger Leerwalzspalt, der durch Axialverschiebung der Walzen in seiner Amplitude gezielt beeinflusst werden kann. Die Walzen von Walzgerüste können aber auch vielerlei andere Ballenkonturen aufweisen, die sich beispielsweise durch einen zylindrischen, bauchigen, konkav-konvex gekrümmt verlaufenden oder einen anderen gekrümmten Konturverlauf auszeichnen.

[0004] Bei Einsatz von Arbeitswalzen bzw. Zwischenwalzen mit der aus der AT 410 765 B bekannten Ballenkontur und zylindrisch geformten Stützwalzen in Quarto- oder Sexto-Walzgerüsten, wie im Normalfall üblich, ist es unvermeidbar, dass es im laufenden Walzbetrieb zu inhomogenen Lastverteilungen zwischen den Stützwalzen und den unmittelbar benachbarten Walzen kommt. Da der mit Hilfe der konturierten Walzen abzudeckende Balligkeitsbereich immer durch die Anforderungen des Walzprozesses bestimmt werden, wie beispielsweise durch unterschiedliche Prozessparameter, Dimensionen und verformungstechnische Eigenschaften des Walzgutes, ist der Verschiebehub der konturierten Walzen die einzige Einflussgröße, mit welcher sich die Ausgeprägtheit der Inhomogenität der Lastverteilung beeinflussen lässt. Derartige Maßnahmen sind geprägt von der Forderung an die Walzguthersteller, Bänder und Bleche in immer engeren Toleranzbereichen herzustellen.

[0005] Darüber hinaus kommt es speziell in den Randbereichen der Stützwalzen zu hohen Kantenpressungen im Zusammenwirken mit den benachbarten weiteren Walzen. Um unzulässig hohe Kantenpressungen zwischen Arbeitswalzen und Stützwalzen oder zwischen Arbeitswalzen und Zwischenwalzen bzw. Zwischenwalzen und Stützwalzen zu vermeiden, sind Ballenenden der Walzen üblicherweise angefast und weisen in diesen Randbereichen somit eine Freistellung auf. Freistellungen dieser Art sind aus der EP 0 258 482 A1 oder der EP 1 228 818 A2 bereits bekannt. Diese Freistellungen sind bei konturierten Walzenballen in Randbereichen mit zum Rand hin zunehmenden Ballenradius durch ein zylindrisches Ballenende ausgebildet, wie dies in der EP 0 258 482 A1 dargestellt ist oder kann bei Walzen mit zylindrischer Walzen ballen kontur durch einen konusförmigen Randbereich ausgebildet sein, wie dies beispielsweise in der EP 1 228 818 A2 dargestellt und beschrieben ist. Jedenfalls kommt es bei diesen bekannten Freistellungen lediglich zu einer Verlagerung der kritischen Pressung von den Ballenenden (Kanten) zum Übergangsbereich zwischen der verbliebenen Ballenkontur und der Kontur der Anfasung, da bei dieser Ausgestaltung der Anfasung wiederum einen Knick im Konturverlauf des Walzenballens auftritt.

[0006] Aus der WO 02/09896 A1 und der WO 2005/058517 A1 ist beispielsweise ein zweistufiger Rückschliff der Ballenkontur an Arbeitswalzen in einem Quartogerüst bzw. an Zwischenwalzen an einem Sextogerüst bekannt. Ausgehend von der zentralen Ballenkontur erfolgt in Richtung zum Ballenende ein erster'Rückschliff unter Anwendung einer Kreisbogenfunktion, wobei im Übergangsbereich der zentralen Ballenkontur in die Rückschliffkontur genau dieselben Probleme auftreten, wie zuvor bezüglich des älteren Standes der Technik ausgeführt. An den ersten Rückschliff schließt ein zweiter Rückschliff an, der sich bis zum Ballenende der Walze erstreckt und der eine zylindrische Ballenkontur verwirklicht.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die zuvor beschriebenen Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und ein Walzgerüst vorzuschlagen, bei dem Inhomogenitäten in der Lastverteilung entlang der Kontaktlinie der Stützwalzen und ihrer Nachbarwalzen zu minimieren und insbesondere örtliche Belastungsspitzen im Lastverteilungsverlauf, speziell im Kantenbereich, abzubauen und damit die Einsatzdauer der Walzen und die notwendigen Nachschleifintervalle zu vergrößern.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Walzgerüst der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, dass die korrigierte Ballenkontur sich durch Subtraktion einer beliebigen nichtlinearen mathematischen Anfasungsfunktion von der durch die nichtlineare Funktion beschriebene Konturfunktion ergibt, wobei die Steigung der Ballenkontur und die Steigung der korrigierten Ballenkontur im Übergangspunkt von der Ballenkontur zur korrigierten Ballenkontur gleich sind. Dadurch wird eine Freistellung an den einander gegenüberliegenden Ballenkonturen benachbarter Walzen entlang einer definierten Anfasungslänge erreicht.

[0009] Sehr gute Ergebnisse hinsichtlich einer Minimierung und Vergleichmäßigung der Lastverteilung werden erzielt, wenn die Anfasungsfunktion von einer Kreisfunktion gebildet ist. Von grundsätzlicher Bedeutung ist

hierbei, dass die Steigung der Ballenkontur und die Steigung der korrigierten Ballenkontur im Übergangspunkt von der Ballenkontur zur korrigierten Ballenkontur gleich sind. Ähnlich gute Ergebnisse werden auch erzielt, wenn die Anfasungsfunktion von einer Sinusfunktion oder einer Funktion 2. Ordnung, beispielsweise einer parabolischen Funktion gebildet ist.

[0010] Zweckmäßig sind die Stützwalzen in einem Quartogerüst und die Stützwalzen oder die Zwischenwalzen in einem Sextogerüst mit einer korrigierten Ballenkontur ausgestattet.

[0011] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die Folgendes zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung eines Quarto-Gerüstes mit konturierten Arbeitswalzen und zylindrischen Stützwalzen gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 die typische Lastverteilung zwischen Arbeitswalzen und Stützwalzen in einem Quarto-Gerüst gemäß Figur 1,

Fig. 3 die schematische Darstellung eines Quarto-Gerüstes mit konturierten Arbeitswalzen und komplementären Stützwalzen.

Fig. 4 die typische Lastverteilung zwischen Arbeitswalzen und Stützwalzen in einem Quarto-Gerüst mit der Walzenausbildung gemäß Figur 3,

Fig. 5 die schematische Darstellung eines Sexto-Gerüstes mit konturierten Stützwalzen und komplementären Zwischenwalzen gemäß der Erfindung,

Fig. 6 die schematische Darstellung eines Quarto-Gerüstes mit konturierten Arbeitswalzen und komplementären Stützwalzen gemäß der Erfindung , bei der sich die Ballenkonturen nicht mehr vollständig ergänzen,

Fig. 7 die erfindungsgemäße Kontur der oberen Stützwalze unter Berücksichtigung einer kreisförmigen Anfasungsfunktion im Vergleich mit Ballenkonturen gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 8 eine konturierte Walze mit positiver Walzenballigkeit und einer erfindungsgemäßen Anfasung,

Fig. 9 eine konturierte Walze mit negativer Walzenballigkeit und einer erfindungsgemäßen Anfasung,

Fig. 10 die Darstellung einer möglichen erfindungsgemäßen Anfasungsfunktion.

[0012] In den Figuren 1 bis 4 wird die Lastverteilung zwischen Stützwalzen und Arbeitswalzen bei einer Walzenballenkontur gemäß dem Stand der Technik der Lastverteilung zwischen Stützwalzen und Arbeitswalzen bei einer Walzenballenkontur gemäß der Erfindung am Beispiel eines Quarto-Gerüstes gegenübergestellt.

[0013] Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung die Walzenanordnung in einem Quarto-Gerüst zum Walzen eines Metallbandes B, insbesondere eines Stahlbandes mit Arbeitswalzen 1 und Stützwalzen 2. Die axial verschiebbaren Arbeitswalzen 1 weisen jeweils eine durch eine konkav-konvex verlaufende Funktion beschreibbare Ballenkontur 3 auf. Die Arbeitswalzen 1 werden von Stützwalzen 2 gestützt, die eine zylindrische Ballenkontur 4 aufweisen und auf die Arbeitswalzen einwirkende Walzkräfte abstützen. Die Lastverteilung zwischen der oberen Arbeitswalze 1 und der oberen Stützwalze 2 ist für diesen Fall der Walzenballengestaltung in Figur 2 dargestellt, wobei die spezifische Kraft zwischen den Walzen über die Ballenlänge aufgetragen ist und einerseits

[0014] Belastungsspitzen im Kantenbereich hervortreten und andererseits Maximal- und Minimalwerte entsprechend dem konvex-konkaven Konturverlauf auftreten. Für vier ausgewählte Werte der maximalen relativen Axialverschiebung (Verschiebehub) der Arbeitswalzen zueinander sind Lastverteilungskurven dargestellt, denen bereits eine Anfasungsfunktion gemäß dem Stand der Technik zugrunde gelegt ist.

[0015] Figur 3 zeigt in einer schematischen Darstellung die Walzenanordnung in einem Quarto-Gerüst mit Arbeitswalzen 1 und Stützwalzen 2. Die axial verschiebbaren Arbeitswalzen 1 weisen wiederum jeweils eine durch eine nichtlineare Funktion beschreibbare Ballenkontur 3 auf, wobei sich diese Ballenkonturen in einer bestimmten relativen Axialstellung der Arbeitswalzen komplementär ergänzen. Die beiden Stützwalzen 2 weisen ebenfalls eine sich ergänzende komplementäre Ballenkontur 4 auf, die ebenfalls von einer nicht linearen Funktion gebildet ist, wobei sich die Ballenkonturen der benachbarten, zusammenwirkenden Arbeitswalze 1 und Stützwalze 2 in einem unbelasteten Zustand vollständig ergänzen. Die Lastverteilung zwischen der oberen Arbeitswalze 1 und der oberen Stützwalze 2 ist für diesen Fall der Walzenballengestaltung in Figur 4 dargestellt, wobei der dargestellten Lastverteilung bereits eine erfindungsgemäße korrigierte Ballenkontur im Kantenbereich zugrunde gelegt ist. Belastungsspitzen im Kantenbereich treten in Abhängigkeit von der Axialverschiebung unterschiedlich stark hervor. Insgesamt zeigt sich über den Walzballenverlauf bei der erfindungsgemäßen Ausführung jedoch eine grundlegende Vergleichmäßigung der Lastverteilung.

[0016] Figur 5 zeigt in einer schematischen Anordnung die Walzenanordnung in einem SextoGerüst mit Arbeits-

walzen 1, Zwischenwalzen 5 und Stützwalzen 2, wobei die Arbeitswalzen über die Zwischenwalzen an den Stützwalzen abgestützt sind. Die Arbeitswalzen 1 sind mit einer zylindrischen Ballenkontur 3 ausgestattet. Nach einer weiteren möglichen Ausgestaltung kann sich die Ballenkontur der Arbeitswalzen jedoch auch an der Ballenkontur der benachbarten Zwischenwalzen orientieren. Die Zwischenwalzen 5 weisen eine durch eine nichtlineare Funktion beschreibbare Ballenkontur 6 auf. Gleichermaßen weisen die Stützwalzen 2 eine durch eine Sinusfunktion beschreibbare Ballenkontur 4 auf.

[0017] Die Ballenkonturen 4 der Stützwalzen 2 und die Ballenkontur der Zwischenwalzen 5 ergänzen sich in der unverschobenen Axialstellung der axial verstellbaren Zwischenwalzen 5 im unbelasteten Zustand vollständig.

[0018] Figur 6 zeigt Arbeitswalzen 1 und Stützwalzen 2 in einem Quarto-Gerüst in einer schematischen Darstellung, wobei der grundsätzliche Aufbau der Ballenkonturen 3, 4 der Ausführungsform nach Figur 3 folgt. Allerdings ist der Konturverlauf verändert, wodurch im unbelasteten Zustand nur mehr eine teilweise oder keine Ergänzung der Ballenkonturen der Stützwalze 2 und der unmittelbar benachbarten Arbeitswalze 1 auftritt.

[0019] Im Fall, dass keine Ergänzung der Ballenkonturen vorgesehen ist, können die Ballenkonturen auch so gewählt werden, dass die die konturierten Walzen eine positive oder negative Balligkeit aufweisen.

[0020] Nach einer nicht dargestellten Ausführungsform ist es gleichermaßen bei einem SextoGerüst analog der Figur 5 möglich, den Konturverlauf der Stützwalzen und der Zwischenwalzen so zu wählen, dass im unbelasteten Zustand nur mehr eine teilweise Ergänzung der Ballenkonturen der Stützwalze und der unmittelbar benachbarten Zwischenwalze in einem unbelasteten Zustand auftritt.

[0021] Insgesamt können auch bei den in den Figuren 5 und 6 dargestellten und dazu ergänzend beschriebenen Ballenkonturen erfindungsgemäße Anfasungsfuntionen zur Herstellung von korrigierten Ballenkonturen angewendet werden.

[0022] In Figur 7 ist der Verlauf der Walzenballenkontur 7 einer Stützwalze oder Zwischenwalze oder Arbeitswalze über die Ballenlänge dargestellt. Mit strichpunktierten Linien 8, 9 sind aus dem Stand der Technik bekannte Möglichkeiten der Anfasung einer Walze in deren Endbereichen dargestellt, um hohe Kantenpressungen zu vermeiden. Die Anfasung entsprechend der strichpunktierten Linie 8 erzeugt einen zylindrischen Endbereich und die Anfasung entsprechend der strichpunktierten Linie 9 einen konusförmigen Endbereich an den Walzen, wobei in beiden Fällen ein Knick 10 im Konturverlauf über die Ballenlänge auftritt, der eine umlaufende Kante auf der Walze bildet. Eine Verbesserung der Belastungsverhältnisse ergibt sich durch eine sich an die Ballenkontur allmählich annähernde Anfasung, wodurch beiderseits eine korrigierte Ballenkontur entsteht, die durch die punktierten Linien 11 und 12 veranschaulicht ist. Im Übergangspunkt P der Ballenkontur in die korrigierte Ballenkontur weisen beide Kurvenverläufe dieselbe Steigung wie die Tangente t auf.

[0023] Figur 8 zeigt beispielsweise den über die Ballenlänge dargestellten balligen Verlauf der von einer nichtlinearen Funktion beschriebenen Walzenballenkontur 7 an einer Stützwalze in einem Quartogerüst oder an einer Zwischenwalze oder einer Stützwalze in einem Sextogerüst. Mit den strichpunktierten Linien 13 ist der Verlauf der Anfasungsfunktion unabhängig vom Verlauf der Walzenballenkontur 7 dargestellt. Der Verlauf der korrigierten Ballenkontur 11, 12 ist mit punktierten Linien veranschaulicht. Im Übergangspunkt P der Rollenkontur 7 in die korrigierte Ballenkontur 11, 12 weisen beide Kurvenverläufe dieselbe Steigung auf.

[0024] Figur 9 zeigt die analogen Verhältnisse bei einer Walzenballenkontur, die eine negative Walzenballigkeit an der Walze ausprägt.

[0025] Figur 10 zeigt den Verlauf der Anfasungsfunktion 13 am Beispiel einer Kreisfunktion. An jedem Punkt x außerhalb der Anfasungsstartposition x_S, d.h. im Intervall der Anfasungslänge L_C, kann im Falle einer kreisförmigen Anfasungsfunktion der zu subtrahierende Betrag ΔR mittels der Formel

$$\Delta R = R_C - \sqrt{R_C^{\,2} - (x - x_S)^2}$$

berechnet werden, wobei

- x die Koordinate in Walzenaxialrichtung
- X_S die Anfasungsstartposition
- L_C die Anfasungslänge
- R_C den Fasenradius
- A_C die Anfasungsamplitude bezogen auf den Walzenradius

darstellt.

Patentansprüche

1. Walzgerüst zur Herstellung von Walzband oder Blech B mit Arbeitswalzen (1), die sich an Stützwalzen (2) oder Zwischenwalzen (5) und Stützwalzen (2) abstützen, wobei zumindest eine dieser Walzen eine über die gesamte wirksame Ballenlänge verlaufende, durch eine nichtlineare Funktion beschreibbare Ballenkontur (3, 4, 6) aufweist und die Ballenkontur dieser zumindest einen Walzen in mindestens einem der Randbereiche ihrer Längserstreckung Anfasungen (8, 9) aufweist und in diesen Randbereichen eine korrigierte Ballenkontur (11, 12) bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die korrigierte Ballenkontur (11, 12) sich durch Subtraktion einer beliebigen nichtlinearen mathematischen Anfasungsfunktion von der durch die nichtlineare Funk-

tion beschriebene Konturfunktion ergibt, wobei die Steigung der Ballenkontur (8, 9) und die Steigung der korrigierten Ballenkontur (11, 12) im Übergangspunkt P, von der Ballenkontur zur korrigierten Ballenkontur gleich sind.

2. Walzgerüst nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anfasungsfunktion eine Kreisfunktion ist.

3. Walzgerüst nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anfasungsfunktion eine Sinusfunktion ist.

4. Walzgerüst nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anfasungsfunktion eine Funktion 2. Ordnung ist.

5. Walzgerüst nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützwalzen (2) in einem Quartogerüst und die Stützwalzen (2) und/oder Zwischenwalzen (5) in einem Sextogerüst mit einer korrigierten Ballenkontur ausgestattet sind.

Claims

1. Rolling mill stand for the production of rolled strip or sheet metal (B), with working rolls (1) which are supported on supporting rolls (2) or intermediate rolls (5) and supporting rolls (2), at least one of these rolls having a barrel contour (3,4,6) which runs over the entire effective barrel length and can be described by a non-linear function, and the barrel contour of this at least one roll having chamfers (8,9) in at least one of the marginal regions of its longitudinal extent and forming a corrected barrel contour (11,12) in these marginal regions, **characterized in that** the corrected barrel contour (11,12) is obtained by subtracting any non-linear mathematical chamfer function from the contour function described by the non-linear function, the pitch of the barrel contour (8,9) and the pitch of the corrected barrel contour (11,12) at the transition point (P) from the barrel contour to the corrected barrel contour being identical.

2. Rolling mill stand according to Claim 1, **characterized in that** the chamfer function is a trigonometric function.

3. Rolling mill stand according to Claim 1, **characterized in that** the chamfer function is a sine function.

4. Rolling mill stand according to Claim 1, **characterized in that** the chamfer function is a second order function.

5. Rolling mill stand according to one of the preceding claims, **characterized in that** the supporting rolls (2) in a four-high stand and the supporting rolls (2) and/or intermediate rolls (5) in a six-high stand are provided with a corrected barrel contour.

Revendications

1. Cage de laminoir pour la fabrication de bande laminée ou de tôle (B) avec des cylindres de travail (1), qui prennent appui sur des cylindres d'appui (2) ou sur des cylindres intermédiaires (5) et des cylindres d'appui (2), dans laquelle au moins un de ces cylindres présente un profil de table (3, 4, 6) pouvant être décrit par une fonction non linéaire et s'étendant sur toute la longueur de table utile et le profil de table dudit au moins un cylindre présente des chanfreinages (8, 9) dans au moins une des zones de bord de son extension longitudinale et forme dans ces zones de bord un profil de table corrigé (11, 12), **caractérisée en ce que** le profil de table corrigé (11, 12) est obtenu en soustrayant une fonction mathématique linéaire quelconque de chanfreinage de la fonction de profil décrite par la fonction non linéaire, dans laquelle la pente du profil de table (8, 9) et la pente du profil de table corrigé (11, 12) sont égales au point de transition (P) du profil de table au profil de table corrigé.

2. Cage de laminoir selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la fonction de chanfreinage est une fonction circulaire.

3. Cage de laminoir selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la fonction de chanfreinage est une fonction sinusoïdale.

4. Cage de laminoir selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la fonction de chanfreinage est une fonction du second ordre.

5. Cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les cylindres d'appui (2) d'une cage quarto et les cylindres d'appui (2) et/ou les cylindres intermédiaires (5) d'une cage sexto sont dotés d'un profil de table corrigé.

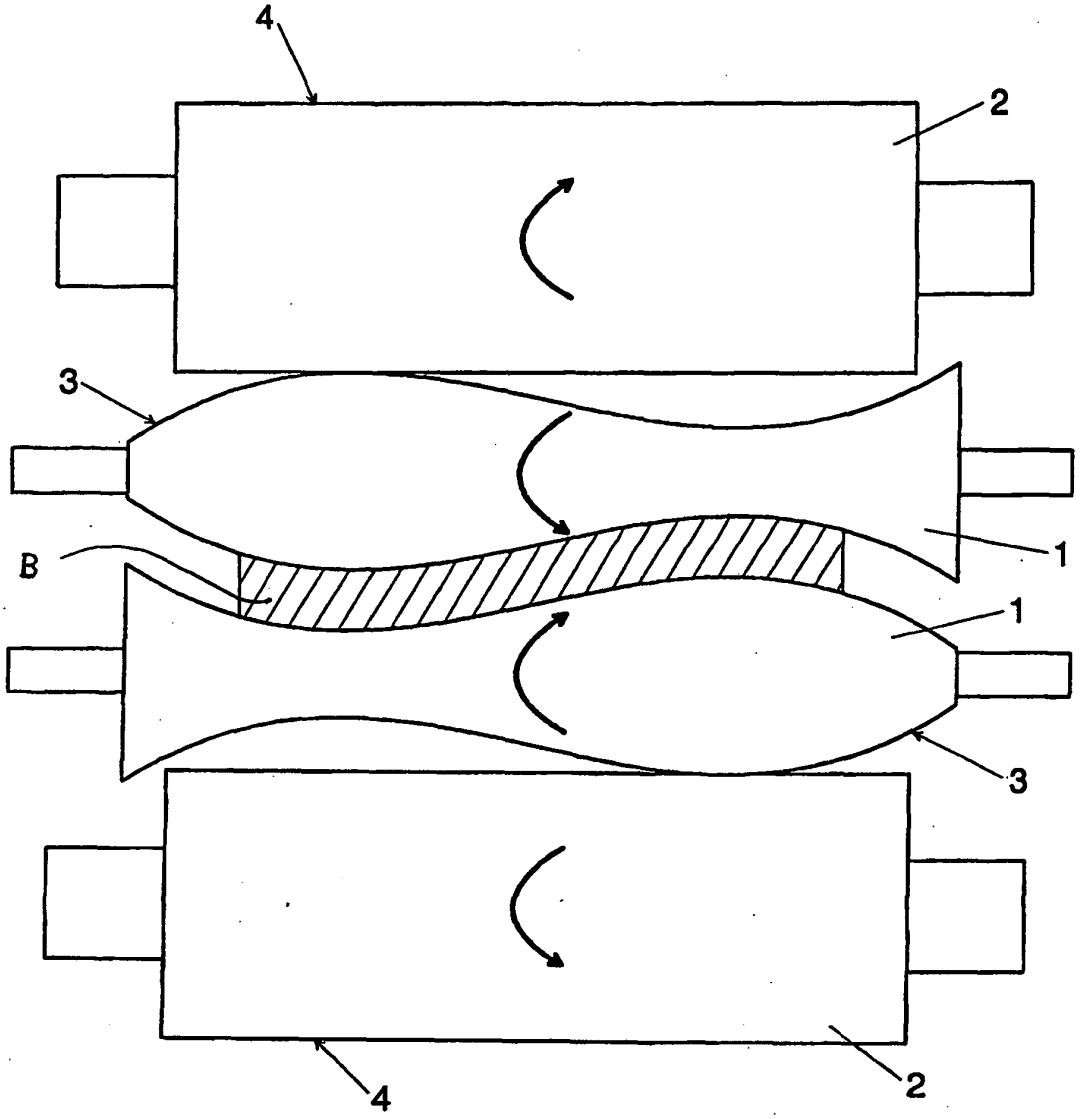

Fig. 1

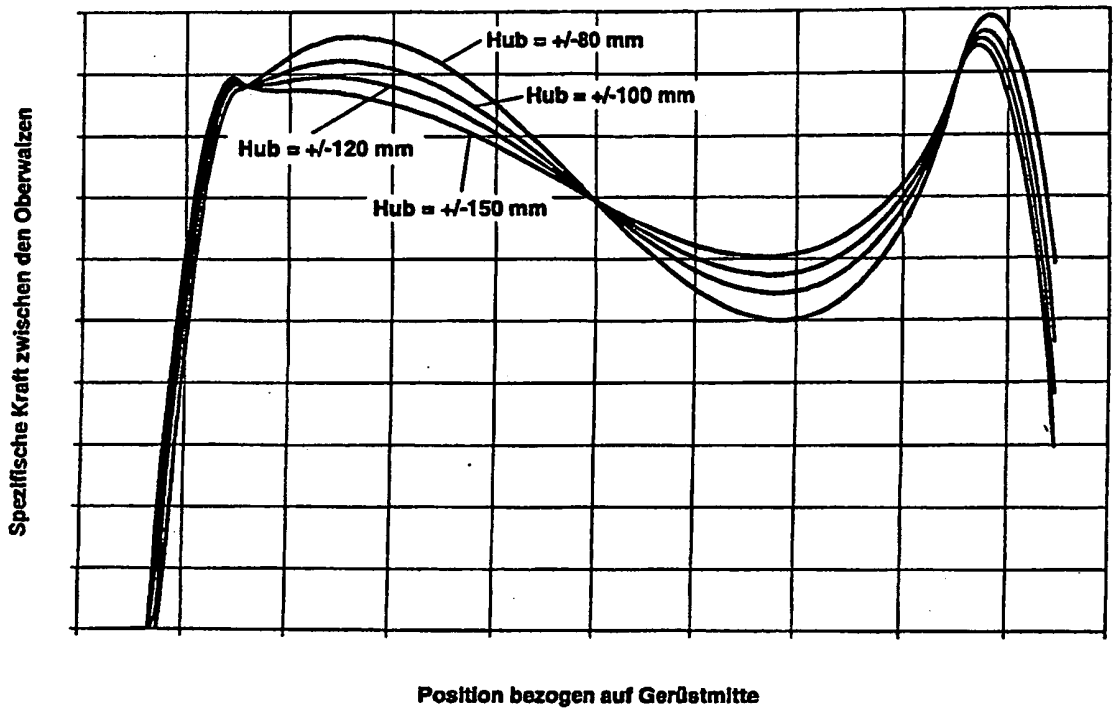
Hub = +/-80 mm
Hub = +/-100 mm
Hub = +/-120 mm
Hub = +/-150 mm
Spezifische Kraft zwischen den Oberwalzen
Position bezogen auf Gerüstmitte

Fig. 2

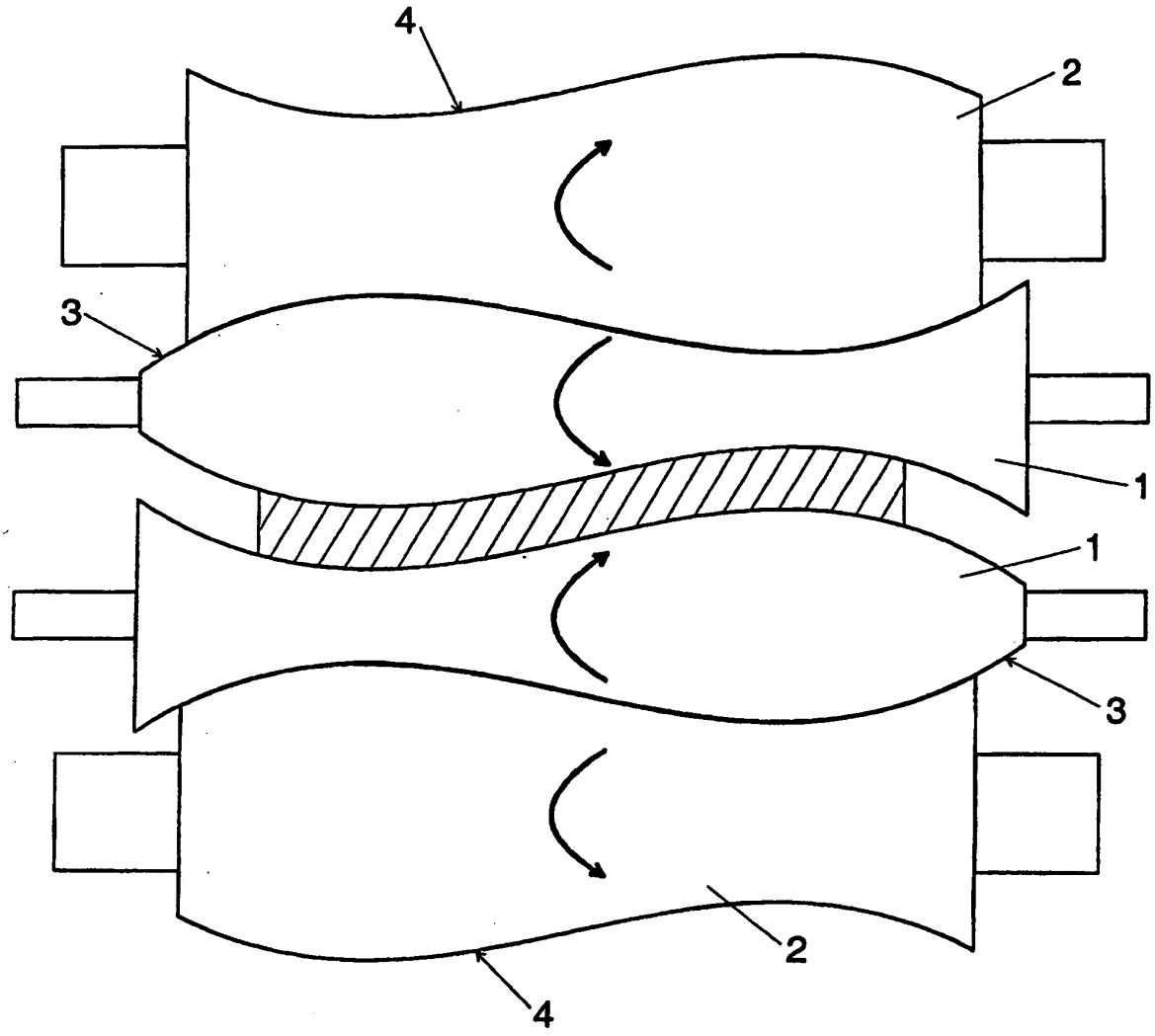

Fig. 3

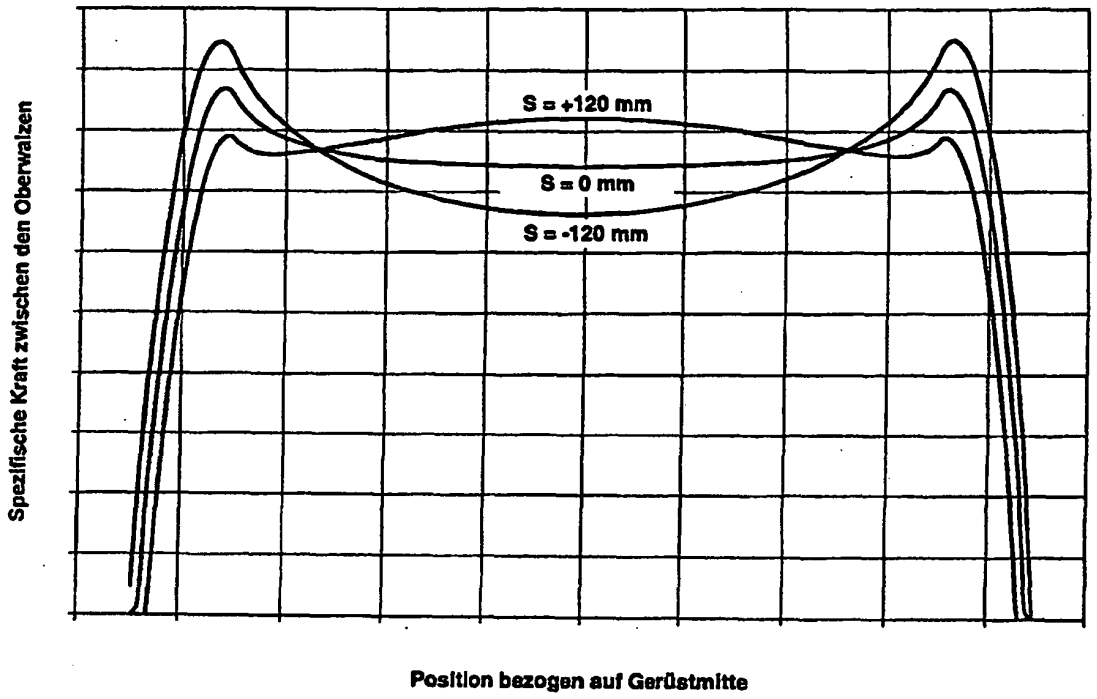
S = +120 mm
S = 0 mm
S = -120 mm
Spezifische Kraft zwischen den Oberwalzen
Position bezogen auf Gerüstmitte

Fig. 4

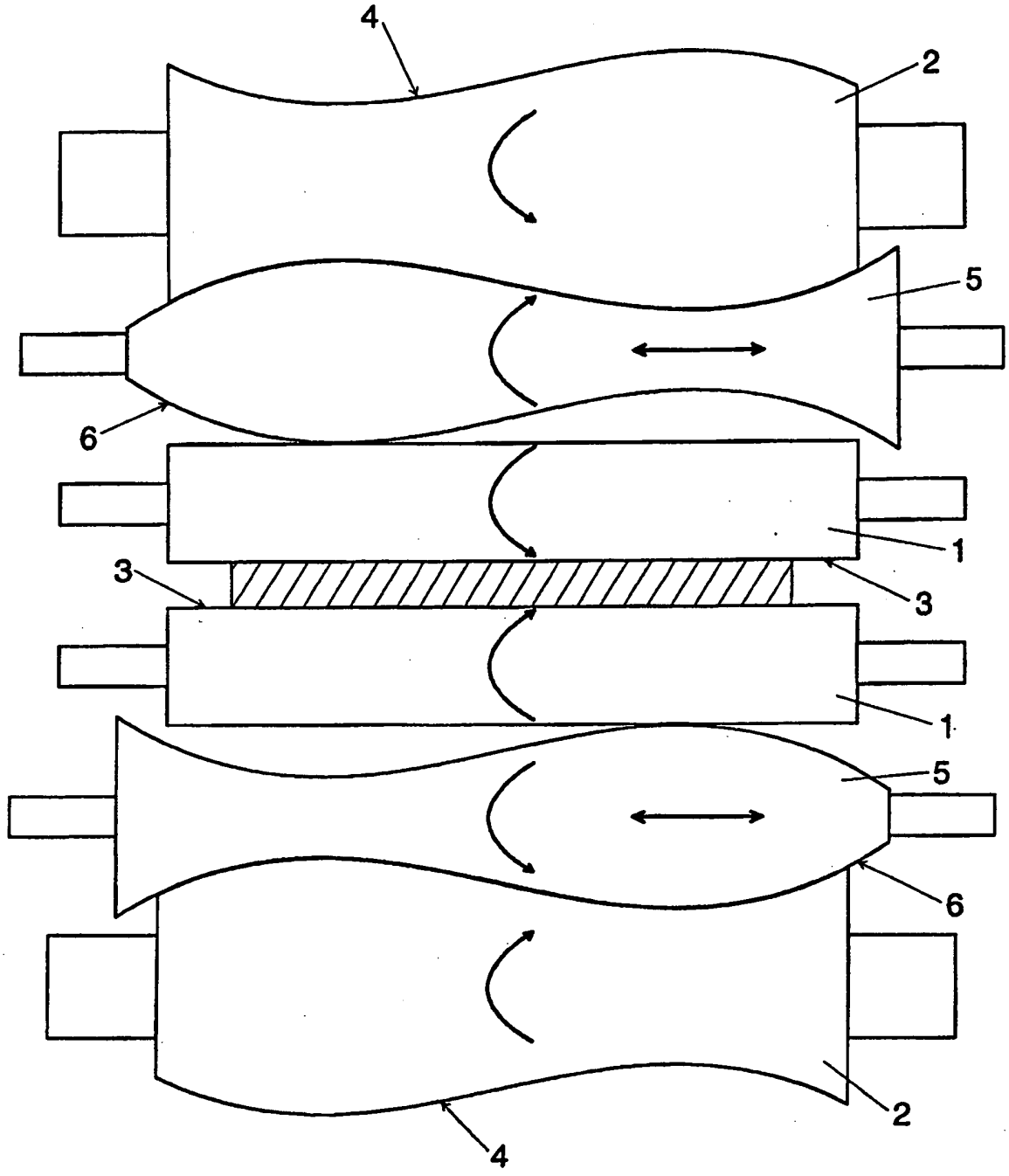

Fig. 5

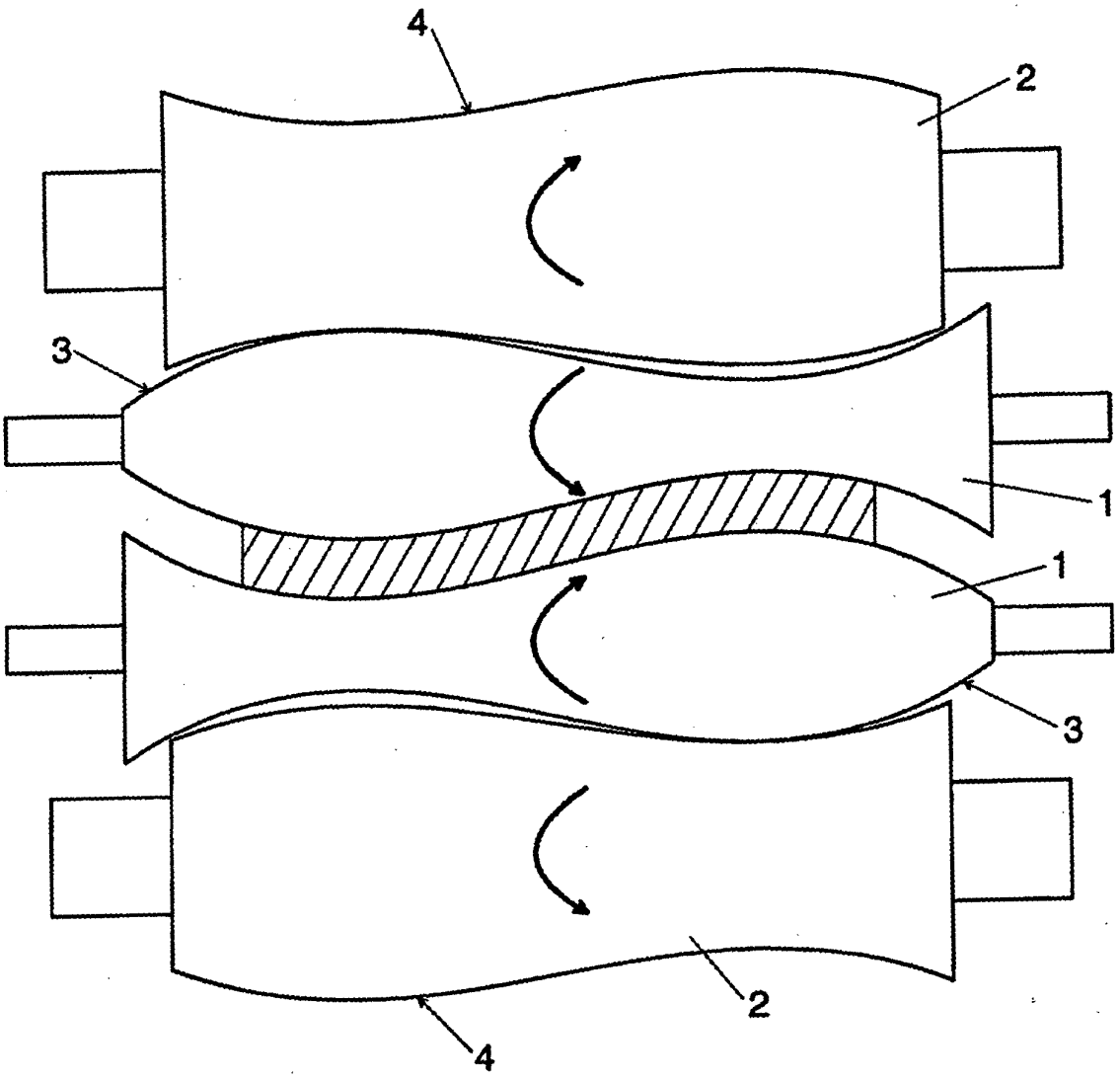

Fig. 6

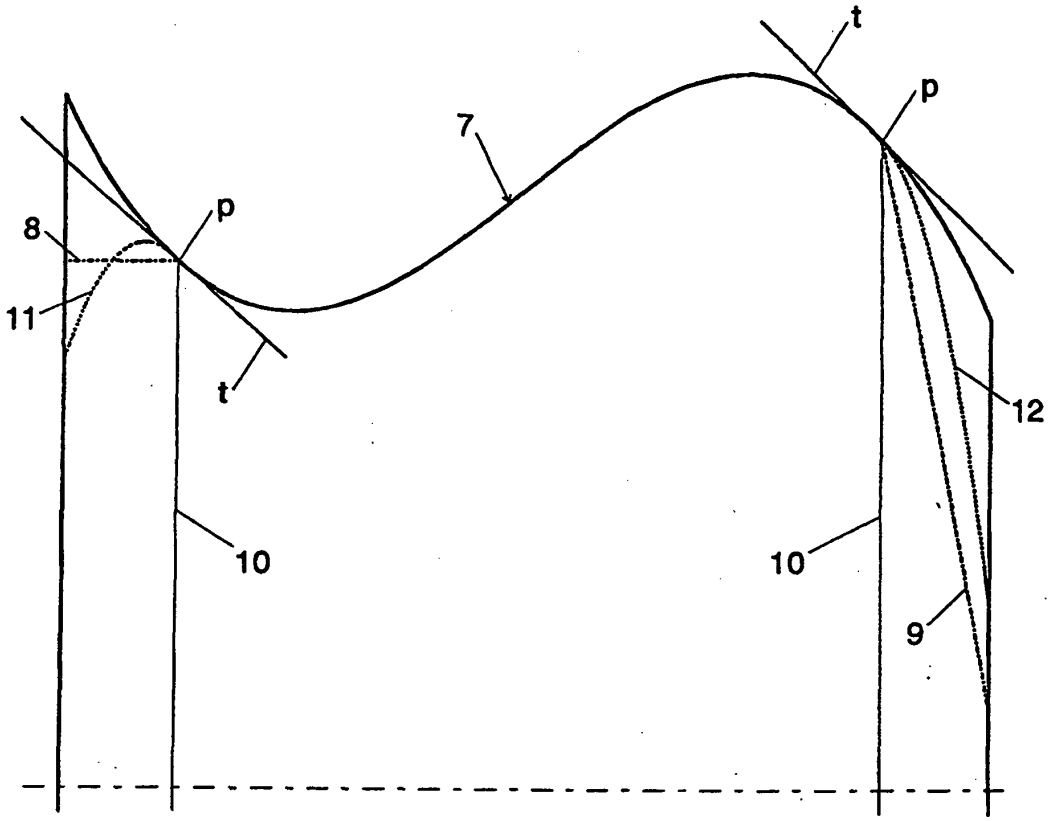

Fig. 7

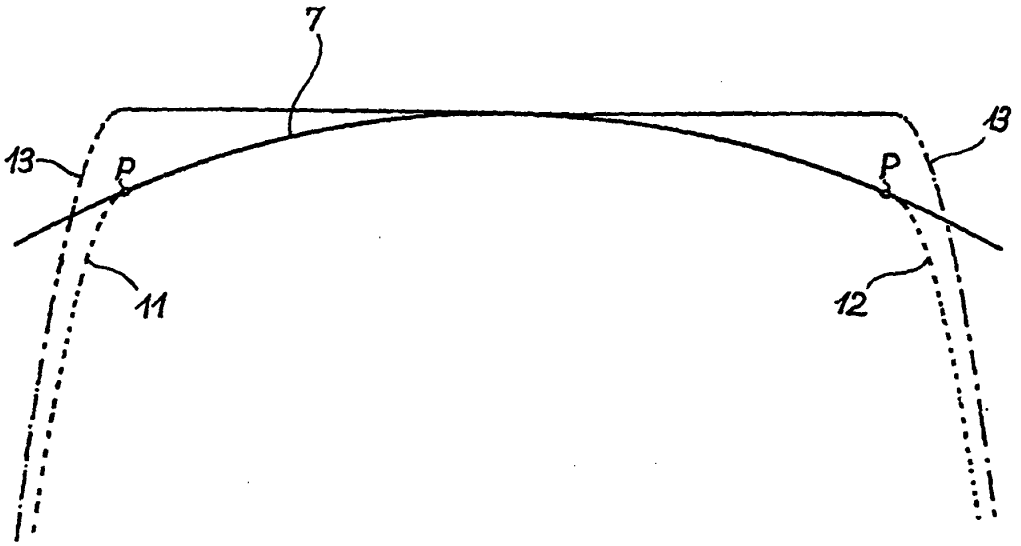

Fig. 8

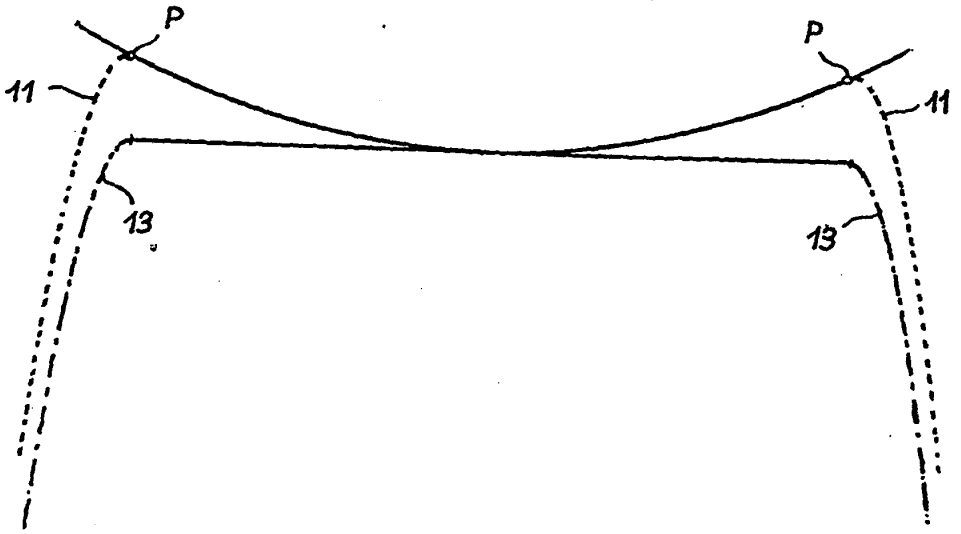

Fig. 9

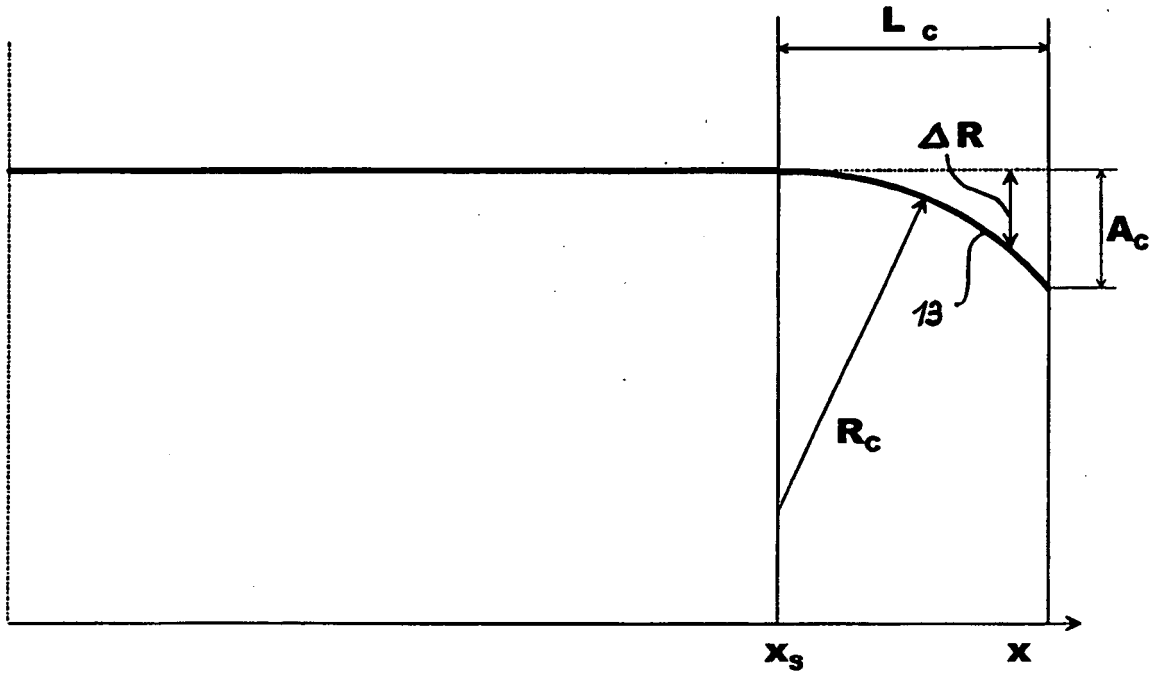

Fig. 10

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- AT 410765 B **[0003] [0004]**
- EP 0258482 A1 **[0005]**
- EP 1228818 A2 **[0005]**
- WO 0209896 A1 **[0006]**
- WO 2005058517 A1 **[0006]**