

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 767 016 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.06.1999 Patentblatt 1999/22

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 7/08**, B21D 7/14

(21) Anmeldenummer: **96115724.5**

(22) Anmeldetag: **01.10.1996**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Feststellen von Radien bei Biegeteilen

Method and apparatus for measuring the radius of bent products

Procédé et dispositif pour mesurer des rayons de pièces cintrées

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH FR IT LI NL SE

(30) Priorität: **04.10.1995 DE 19536938**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.04.1997 Patentblatt 1997/15

(73) Patentinhaber: **Adelhof, Alois**
78345 Moos-Iznang (DE)

(72) Erfinder: **Adelhof, Alois**
78345 Moos-Iznang (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 360 780 **DE-A- 3 041 212**
DE-A- 3 209 536 **DE-A- 4 225 878**
GB-A- 2 087 561

EP 0 767 016 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 ein Verfahren zum Feststellen von Radien bei -- zwei Zylinderflächen bestimmenden -- Biegeteilen, wobei eine innere Zylinderfläche einem Krümmungsmittelpunkt zugewandt sowie eine zweite -- äußere -- Zylinderfläche diesem abgewandt ist. Zudem erfaßt die Erfindung eine für dieses Verfahren besonders geeignete Vorrichtung.

[0002] Eine tragbare Vorrichtung zum Biegen von Rohren ist beispielhaft der DE-PS 32 09 539 zu entnehmen. Eine Messung der Krümmung kann beispielsweise von Hand mittels eines Dreipunktmeßgerätes erfolgen.

[0003] Bei einem segmentförmigen Ausschnitt eines derart gekrümmten Gegenstandes mit konstantem Radius weist die dem Mittelpunkt zugewandte Zylinderfläche eine der Krümmung und der Gegenstandsweite proportional kleinere Bogenlänge auf als die andere -- dem Mittelpunkt abgewandte -- äquidistant gekrümmte Zylinderfläche. Zwar lassen sich Radien gekrümmter Gegenstände beispielsweise mit der sog. Dreipunktmeßmethode, mit Dehnungsmeßstreifen sowie mit Meßverfahren feststellen, bei denen -- berührend oder berührungslos -- mehrere Punkte einer Kontur erfaßt und daraus der Radius errechnet wird (siehe zum Beispiel GB-A-2087561), jedoch sind viele dieser Methoden entweder relativ ungenau oder an Randbedingungen gebunden, die in der Praxis kaum einzuhalten sind.

[0004] In Kenntnis dieses Standes der Technik hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, ein Meßverfahren und eine Vorrichtung dazu zu entwickeln, mit deren Hilfe der Radius des Bogens von Biegeteilen mittels weniger und einfach erfaßbarer geometrischer Größen bestimmt zu werden vermag.

[0005] Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe durch das im Patentanspruch 1 definierte Verfahren bzw. durch die im Patentanspruch 5 definierte Vorrichtung gelöst; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Länge des Radius der dem Krümmungsmittelpunkt näherliegenden inneren Zylinderfläche als Quotient aus dem radialen Abstand der beiden Zylinderflächen als Divident und einen Divisor bestimmt, der die Differenz des Quotienten der Bogenlänge der äußeren Zylinderfläche durch die Bogenlänge der inneren Zylinderfläche abzüglich des Subtrahenden 1 ist. Dazu werden durch drei Meßwertaufnehmer die folgenden Größen erfaßt: die Bogenlänge L_a der äußeren Zylinderfläche, die Bogenlänge L_i der inneren Zylinderfläche sowie der radiale Abstand der beiden Zylinderflächen voneinander. Dadurch läßt sich mittels der nachstehenden Formel der Radius R_i des inneren Bogens berechnen:

$$R_i = b / ((L_a / L_i) - 1).$$

[0007] Die Bestimmung der drei geometrischen Größen erfolgt mittels zweier -- bevorzugt baugleicher -- Reibrad-Drehgeber-Einheiten, welche einander gegenüber angeordnet sind; jede dieser Einheiten ist auf einem gesonderten Schlitten montiert, und beide Schlitten können voneinander unabhängig auf einer gemeinsam Linearführung bewegt werden. Jedem dieser Schlitten ist ein Kraftspeicher, insbesondere eine Druckfeder, zugeordnet. Dank dieser Maßgabe ist eine kontinuierliche Anlage der Reibräder am gebogenen Gegenstand gewährleistet; dieser befindet sich zwischen den beiden geschilderten Reibrädern. Jene kontinuierliche Anlage der Reibräder wird noch durch die Maßgabe unterstützt, daß die Druckfeder des äußeren Schlittens mit einer höheren Kraft ausgestattet ist als die Druckfeder des inneren Schlittens.

[0008] Gemäß der Erfindung kann der Abstand zwischen den Zylinderflächen mit einem an sich bekannten Wegaufnehmer in einer Biegemaschine oder außerhalb dieser -- beispielsweise mit einem Handmeßgerät -- am gebogenen Teil gemessen werden.

[0009] Als günstig hat es sich erwiesen, die Linearführung mit einem zu ihr rechtwinklig angeordneten Führungsbalken zu verbinden und an den freien Enden des Führungsbalkens jeweils eine Führungsrolle vorzusehen. Diese kann bei einem besonderen Ausführungsbeispiel an einem Tragarm des Führungsbalkens gelagert sein.

[0010] Von Bedeutung für das erfindungsgemäße Verfahren ist zudem, daß beim Biegen in mehreren Umformstufen die Bogenlängen auch ohne eine radiale Ausrichtung des Führungsbalkens gemessen werden können. Da während einer Umformstufe die Lage des Biegeteils relativ zu den Reibrad-Drehgebereinheiten konstant bleibt, werden zwei zusammengehörende Bogenlängen gemessen, die eine Radienbestimmung ermöglichen.

[0011] Gemäß der Erfindung kann der Abstand zwischen den Schlitten auch durch einen Wegaufnehmer erfaßt werden; dieser Abstand entspricht der Breite des gebogenen Gegenstandes.

[0012] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in ihren beiden Figuren schematische Draufsichten auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0013] Bei einem durch Biegeumformung eines geraden Profils gebogenen Stab 10 entspricht die Entfernung von dessen äußerer Seitenfläche 12 zu dem in der Zeichnung nicht erkennbaren Krümmungsmittelpunkt der Summe aus der Stabbreite b und dem inneren Biegeradius R_i , also der Entfernung der inneren Seitenfläche 14 zu jenem Krümmungsmittelpunkt. Jede der beiden Seitenflächen 12, 14 bestimmt einen von zwei zueinander äquidistanten Zylinderflächenabschnitten.

[0014] Zum Festlegen des inneren Biegeradius R_i erfassen drei Meßwertaufnehmer die folgenden Größen

Ben:

die Bogenlänge La der äußeren Seitenfläche 12;
die Bogenlänge Li der inneren Seitenfläche 14
sowie
die erwähnte Stabbreite b als radialen Abstand der
Bogenlängen La, Li voneinander.

[0015] Mit Hilfe der folgenden Formel läßt sich dann beispielsweise der Radius Ri des inneren Bogens berechnen:

$$R_i = b / ((L_a / L_i) - 1).$$

[0016] Die Erfassung der drei geometrischen Größen wird in der Weise vorgenommen, daß die Bogenlängen La, Li mittels eines äußeren und eines inneren Reibrad-Drehgebers 16 bzw. 18 sowie der Abstand b zwischen den beiden Zylinder- oder Seitenflächen 12, 14 durch einen potentiometrischen Wegaufnehmer festgestellt werden.

[0017] Die Reibrad-Drehgeber 16, 18 befinden sich auf zwei Schlitten 20, 20_i, die sich unabhängig voneinander auf einer radial zum Bogensegment ausgerichteten Linearführung 22 bewegen können. Ein kontinuierliches Anlegen der Reibräder 17 jener Reibrad-Drehgeber-Einheiten 16, 18 an jenen Seitenflächen 12, 14 wird mit zwei Druckfedern 24, 24_i erreicht, die sich jeweils einends am Schlitten 24 bzw. 24_i abstützen. Da die äußere Druckfeder 24 eine höhere Kraft auf ihren Schlitten 20 ausübt als die innere Druckfeder 24_i auf den inneren Schlitten 20_i, wird gleichzeitig ein kontinuierliches Anlegen von Führungsrollen 26 am gekrümmten Stab 10 erreicht.

[0018] Die Führungsrollen 26 sind an den Enden zweier -- jeweils von einem Teil eines Führungsbalkens 28 angebotener -- Seitenarme eines in Draufsicht T-förmigen Führungsbaumes 30 festgelegt, dessen Mittelbalken jene Linearführung 22 bildet. Deren notwendige radiale Ausrichtung wird mit dem von ihr rechtwinkelig abstehenden Führungsbalken 28 erreicht, von dessen freien Enden jeweils ein -- zur Linearführung paralleler -- Lagerarm 32 für jene Führungsrollen 26 abragt.

[0019] Das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 zeigt die Meßvorrichtung zum Erfassen der beiden Bogenlängen des Biegeteils integriert in eine typische Drei-Rollen-Biegemaschine mit Biegerollen 35 bis 37. Der wesentliche Unterschied zur Ausführung der Fig. 1 besteht darin, daß die Meßeinheit in Fig. 2 keinen Führungsbalken 22 mit Führungsrollen 26 aufweist, der bei der anderen Ausführung für die kontinuierliche radiale Ausrichtung der Meßeinheit auf dem Biegeteil sorgt. Statt dessen wird die gemeinsame Linearführung 22 am Maschinenkorpus nach vorherigem Ausrichten entweder in Stufen verstellbar -- oder nicht verstellbar -- befestigt.

[0020] Dabei kann die Linearführung 22 entweder hinter der Biegerolle 37 oder sogar kurz vor der Biegerolle

37 in Vorschubrichtung x gesehen, d.h. in dem Raum zwischen Mittelrolle 35 und Biegerolle 37 positioniert werden.

[0021] Nachdem das Biegeteil im ersten Umformschritt auf den Radius Ri gebogen wurde, erfolgt bei Biegevorgängen, bei denen in mehreren Schritten die fertige Kontur des Biegeteils erzeugt wird, eine Zustellung der Biegerolle 37 so, daß sich der Abstand zwischen Biegerolle 37 und Mittelrolle 35 verringert.

[0022] Wenn danach das auf Ri gebogene Teil durch den Antrieb der Rollen 35 bis 37 eine Bewegung in x-Richtung erfährt, verändert sich der Biegeradius von Ri auf Ro < Ri. Nach einer kurzen Anlaufphase bleibt die Anordnung des Biegeteils während des restlichen Biegevorganges relativ zu den Biegerollen 35 bis 37 und insbesondere zu der Meßeinheit unverändert. Bei einem Meßvorgang, der nach der Anlaufphase beginnt, werden die zugehörigen Bogenlängen La und Li mit der dargestellten Einheit erfaßt, ohne daß diese Einheit radial auf dem Biegeteil ausgerichtet sein muß.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Feststellen von Radien bei zwei Zylinderflächen bestimmenden Biegeteilen (10), wobei eine innere Zylinderfläche (14) einem Krümmungsmittelpunkt zugewandt sowie eine zweite Zylinderfläche (12) diesem abgewandt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Radius (Ri) der dem Krümmungsmittelpunkt näherliegenden inneren Zylinderfläche (14) als Quotient aus dem radialen Abstand (b) der beiden Zylinderflächen (14, 12) als Divident und einem Divisor bestimmt wird, der die Differenz des Quotienten der Bogenlänge (La) der äußeren Zylinderfläche durch die Bogenlänge (Li) der inneren Zylinderfläche abzüglich des Subtrahenden 1 ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der radiale Abstand (b) zwischen den Zylinderflächen (12, 14) nach dem Erfassen der Bogenlängen (Li, La) gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bogenlängen (Li, La) beim Biegen in mehreren Umformstufen unabhängig von der radialen Ausrichtung gemessen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Bogenlängen (Li, La) berührungslos gemessen werden.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Meßverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Reibrad-Drehgeber-Einheiten (16, 18) eine Durchgangsöffnung für das Bie-

geteil (10) bestimmen, wobei jede der Reibrad-Drehgeber-Einheiten auf einem Schlitten (20,20i) angeordnet und beide Schlitten auf einer gemeinsamen Linearführung (22) verschieblich sind, wobei die Linearführung (22) radial zum sich in der durchgangsöffnung befindlichen, gekrümmten beigeteil (10) ausrichtbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich jeder Schlitten (20,20i) an seiner dem Biegeteil (10) abgekehrten Seite gegen einen Kraftspeicher (24,24i) abstützt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearführung (22) Teil eines Führungsbaumes (30) ist und dieser einen ihn querenden Führungsbalken (28) enthält, an dessen freien Enden jeweils eine Führungsrolle (26) für das Biegeteil angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsbalken (28) in sich gekrümmt ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsbalken (28) zur Linearführung (22) rechtwinkelig ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß von den freien Enden des Führungsbalkens (28) jeweils ein Tragarm (32) für eine Führungsrolle (26) abragt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragarm (32) zur Linearführung (22) etwa parallel verläuft.
12. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftspeicher des radial außenliegenden Schlittens (20) mit einer größeren Kraft versehen ist als der Kraftspeicher (24_i) des radial innenliegenden Schlittens (20_i).
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, gekennzeichnet durch einen Wegaufnehmer zur Aufnahme des Abstandes (b) zwischen den Schlitten (20,20_i) bzw. den Zylinderflächen (12,14) des Biegeteils (10).
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß den Schlitten (20, 20_i) in Förderrichtung (x) beidseits der Bewegungsbahn für den Strang (10) der Umfang wenigstens einer Rolle (35, 36, 37) vorgeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame

Linearführung (22) mit den Schlitten (20, 20_i) in dem Raum zwischen einer Mittelrolle (35) und einer Biegerolle (37) angeordnet ist, bevorzugt in Vor-schubrichtung (x) kurz vor der Biegerolle.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß an der Krümmungsin-nenseite des Stranges (10) eine Mittelrolle (35) vorgesehen ist, der an der Krümmungsaußenseite eine Führungsrolle (36) sowie eine schlittennahe Biegerolle (37) gegenüberliegen.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsrolle (36) und die Biegerolle (37) auf unterschiedlichen Seiten einer durch den Mittelpunkt (M) der Mittelrolle (35) gelegten diametralen Mittelachse (Q) angeordnet sind.

Claims

1. Procedure to establish the radii of bending parts (10) determined by two surfaces of a cylinder where one inner surface of a cylinder (14) is turned towards a centre of curvature and a second surface of a cylinder (12) is turned away from it, characterised by the fact that the length of the radius (R_i) of the surface of a cylinder (14) laying nearer to the centre of curvature is determined by the quotient of the radial distance (b) of both surfaces of a cylinder (14, 12) as the dividend and a divisor which is the difference of the quotient of the curve length (L_a) of the outer surface of a cylinder and the curve length (L_i) of the inner surface of a cylinder minus the subtrahend 1.
2. Procedure according to claim 1, characterised by the fact that the radial distance (b) between the surfaces of the cylinders (12, 114) is measured after established the curve lengths (L_i, L_a) have been established.
3. Procedure according to claim 1 or 2, characterised by the fact that, while bending, the curve lengths (L_i, L_a) are measured independently from the radial orientation in several deformation phases.
4. Procedure according to one of the claims 1 to 3, characterised by the fact that at least one of the curve lengths (L_i, L_a) is measured using a contactless method.
5. Device to perform the measuring method according to one of the claims 1 to 4, characterised by the fact that two friction wheel encoder units (16, 18) define an inner width for the bending part (10), where each of the friction wheel encoder units is mounted on a slide (20,20 i) and both slides can be moved on a

common linear guide (22). The linear guide (22) can be radially oriented with reference to the curved bending part (10) being in the inner width.

6. Device according to claim 5, characterised by the fact that each slide (20, 20i) supports itself against an energy accumulator (24, 24i) at the side which is turned away from the bending part (10). 5
7. Device according to claim 5 or 6, characterised by the fact that the linear guide (22) is part of a guiding way (30) containing a traversing guiding arm (28) at the free ends of which one each guiding roller (26) is mounted for the bending part. 10
8. Device according to one of the claims 5 to 7, characterised by the fact that the guiding arm (28) is bent in itself.
9. Device according to claim 7, characterised by the fact that the that the guiding arm (28) is in rectangular position with reference to the linear guide (22). 20
10. Device according to one of the claims 7 to 9, characterised by the fact that from the free ends of the guiding arm (28) one each bracket (32) for a guiding roller is point is pointing down . 25
11. Device according to claim 10, characterised by the fact that the guiding arm (32) runs approximately parallel along the linear guide (22). 30
12. Device according to one of the claims 6 to 11, characterised by the fact that the accumulator of energy of the slide (20) laying radial outside is provided with more power than the accumulator of energy (24i) of the slide (20i) laying radial inside. 35
13. Device according to one of the claims 5 to 12, characterised by a distance sensor to determine the distance (b) between the slides (20, 20i) respectively the surfaces of the cylinders (12, 14) of the bending part. 40
14. Device according to one of the claims 5 to 13, characterised by the fact that the slides (20, 20i) in conveying direction (x) at both sides of the movement path are at least one circumference of a roller (35, 36, 37) behind the bending part (10). 45
15. Device according to one of the claims 5 to 14, characterised by the fact that the common linear guide (22) with the slides (20, 20i) are mounted in the space between a centre roller (35) and a bending roller (37), preferably in feed direction (x) short in front of the bending roller. 50
16. Device according to one of the claims 14 or 15, 55

characterised by the fact that at the inner side of curvature of the bending part (10) a centre roller (35) is foreseen. At the outside of the curvature a guiding roller (36) and a bending roller (37) near to the guide subtend the centre roller.

17. Device according to one of the claims 14 to 16, characterised by the fact that the guiding roller (36) and the bending roller (37) are mounted at different sides of a diametrical centre axle (Q) laid through the centre (M) of the centre roller (35).

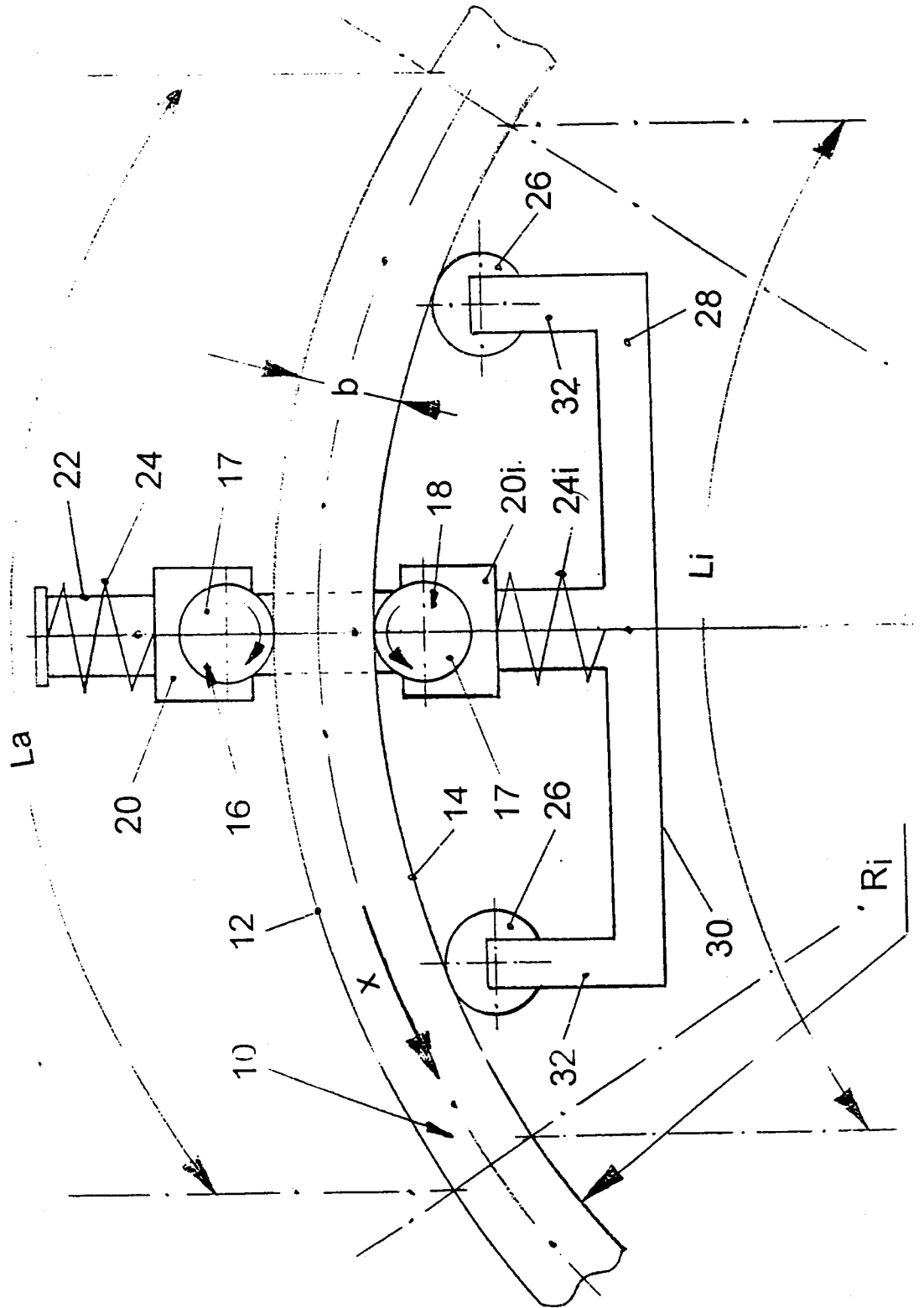
Revendications

1. Procédé pour établir les rayons des pièces pliées (10) déterminées par deux surfaces cylindriques, où une surface de cylindre intérieure (14) est tournée vers un centre de courbure et une deuxième surface de cylindre est détournée de celui-ci, caractérisé par le fait que la longueur du rayon (R_i) de la surface cylindrique (14) étant plus proche au centre de courbure est déterminé comme le quotient de la distance radiale (b) des deux surfaces cylindriques (14, 12) comme dividende et un diviseur du quotient de la longueur de l'arc (L_a) de la surface extérieur et la longueur (L_i) de la surface intérieur moins le soustrahent 1. 15
2. Procédé selon le droit 1, caractérisé par le fait que la distance radiale (b) entre les surfaces cylindriques (12, 14) est mesurée après avoir déterminé les longueurs d'arc (L_i , L_a). 20
3. Procédé selon le droit 1 ou 2, caractérisé par le fait que, pendant la flexion, les longueurs d'arc (L_i , L_a) sont mesurées en plusieurs phases de déformation et indépendant de l'orientation radiale. 25
4. Procédé selon un des droits 1 à 3, caractérisé par le fait qu'au moins une des longueurs (L_i , L_a) est mesurée sans contact. 30
5. Dispositif pour effectuer un mesurage selon un des droits 1 à 4, caractérisé par le fait que deux unités de roue de friction encodeur (16, 18) déterminent un diamètre intérieur pour la pièce pliée (10), ou chacune des unités de roue de friction encodeur est montée sur un glissoire (20, 20i) et toutes les deux peuvent être mues sur une glissière linéaire (22) commune. La glissière linéaire (22) peut être alignée radialement par rapport à la pièce pliée courbée se trouvant dans le diamètre intérieur. 35
6. Dispositif selon le droit 5, caractérisé par le fait que chaque glissoire (20, 20i), à son côté détourné de la pièce pliée (10), s'appuie contre un accumulateur d'énergie (24, 24i). 40

7. Dispositif selon le droit 5 ou 6, caractérisé par le fait que la glissière linéaire (22) et part d'un arbre de guidage (30) contenant un bras conducteur traversant (28). A chaque extrémité libre du bras, une roulette de guidage (26) est montée pour la pièce pliée. 5
8. Dispositif selon un des droits 5 à 7, caractérisé par le fait que le bras conducteur (28) est courbé en soi-même. 10
9. Dispositif selon le droit 7, caractérisé par le fait que le bras conducteur (28) est en position perpendiculaire par rapport à la glissière linéaire (22). 15
10. Dispositif selon un des droits 7 à 9, caractérisé par le fait qu'à tous extrémités libres du bras de conducteur (28) un chaise (32) pour une roulette de guidage descend. 20
11. Dispositif selon le droit 10, caractérisé par le fait que le chaise (28) s'étire environ en parallèle par rapport à la glissière linéaire (22). 25
12. Dispositif selon un des droits 6 à 11, caractérisé par le fait que le l'accumulateur d'énergie du guide(20) se trouvent radial extérieur a une force plus grande que l'accumulateur d'énergie (24) du guide (20i) se trouvant radial intérieur. 30
13. Dispositif selon un des droits 5 à 12, caractérisé par un capteur de distance pour déterminer la distance (b) entre les guides (20, 20i) respectivement les surfaces des cylindres (12, 14) de la part pliée. 35
14. Dispositif selon un des droits 5 à 13, caractérisé par le fait que les guides (20, 20i) procèdent, en direction de transport (x) à tous les deux côtés de la voie de mouvement pour la pièce pliée, au moins la circonférence d'une roulette (35, 36, 37) 40
15. Dispositif selon un des droits 5 à 14, caractérisé par le fait que le la glissière linéaire commune (22) est montée avec les guides (20, 20i) dans l'espace entre une roulette centrale (35) et une roulette de courbure (37), préféablement en direction d'avancement (x) un peu devant la roulette de courbure. 45
16. Dispositif selon le droit 14 ou 15, caractérisé par le fait qu'au côté intérieur de courbure de la pièce pliée (10) une roulette centrale (35) est prévue faisant face au côté extérieure de courbure à une roulette de guidage (36) et à une roulette de courbure (37) près du guide. 50
17. Dispositif selon un des droits 14 à 16, caractérisé par le fait que la roulette de guidage (36) et la roulette de courbure (37) se trouvent aux côtés diffé- 55

rents d'une axe central diamétral allant à travers le centre (M) de la roulette centrale (35).

Fig. 1



$R_o < R_i$

Fig. 2

