



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 393 832 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.2004 Patentblatt 2004/10

(51) Int Cl.7: **B21D 7/025, B21D 9/18**

(21) Anmeldenummer: **03090269.6**

(22) Anmeldetag: **26.08.2003**

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

• **Leppmann, Norbert**
40668 Meerbusch (DE)
• **Gross-Weege, Johannes, Dr.**
47803 Krefeld (DE)

(30) Priorität: **27.08.2002 DE 10240341**

(71) Anmelder: **Mannesmannröhren-Werke AG**
45473 Mülheim a.d. Ruhr (DE)

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• **Arenz, Uwe**
66839 Schmelz (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Induktivbiegen von Rohren**

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Vorrichtung zum Induktivbiegen von Rohren, insbesondere Großrohre, bei dem während des Biegevorganges unmittelbar hinter der Erwärmungszone ein auf das Rohr wirkender Druck ausgeübt wird. Hierbei wird jeweils der die Erwärmungszone verlassende Bogenabschnitt in ei-

ner die größte zu erwartende Ovalität ausgewählten Ebene an mindestens zwei Stellen des Umfangs auf Nennaußendurchmesser des Rohrbogens zwangsweise geführt, wobei in rückwärtiger Verlängerung die Ebene den Drehmittelpunkt des Biegearmes schneidet.

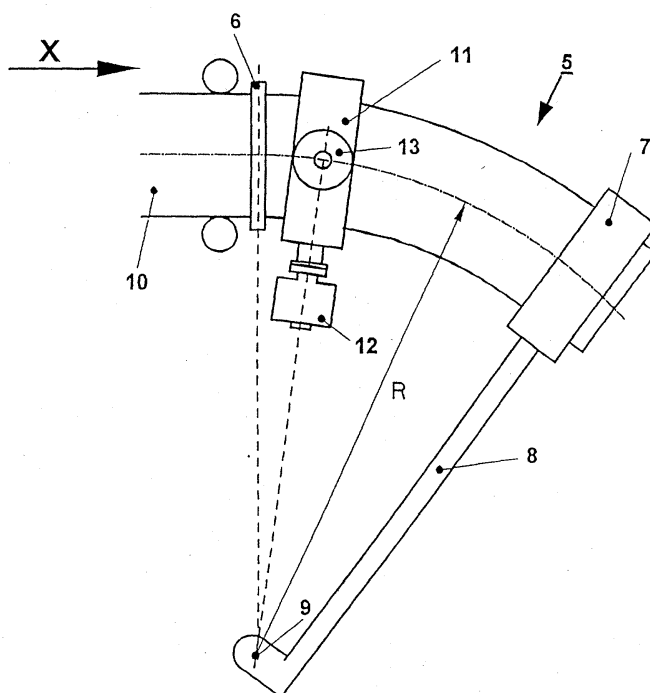


Fig. 3

EP 1 393 832 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Induktivbiegen von Rohren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der DE-OS 2112019 ist ein Verfahren zum Induktivbiegen von Rohren bekannt. Bei diesem Verfahren wird mittels einer Induktivspule partiell ein Rohrabschnitt über den gesamten Rohrfumfang erwärmt und mit Hilfe eines Biegearmes gebogen. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass der Rohrbogen aufgrund der einwirkenden Kräfte über den gesamten Bogenbereich eine Ovalität aufweist, die eine Nacharbeit des Bogenbereiches erforderlich macht, um den vorgegebenen Durchmesser zu erzielen.

[0003] Zur Überwindung dieses Problems ist bereits vorgeschlagen worden (DE 3150381 A1), dass während des Biegevorganges, unmittelbar vor oder hinter bzw. vor und hinter der Erwärmungszone, in mindestens zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen ein beidseitig auf das Rohr wirkender, erforderlichenfalls sich im Bogenablauf umkehrender, Druck ausgeübt wird. Dieser Druck soll eine umgekehrte Rückfederung berücksichtigende Vorovalität sowohl in waagerechter Biegeebene als auch senkrecht dazu im elastoplastischen Werkstoffbereich bewirken.

[0004] Diese vorgeschlagene Verfahrensweise soll durch eine Anlage erfolgen, bei der vor oder hinter bzw. vor und hinter dem Induktor in einem im Seitenabstand vom Rohr einstellbaren Gerüst mindestens vier in ihrem Abstand voneinander mit Hilfe an sich bekannter hydraulischer Stellmotoren von einem Hydrauliksystem über Hydraulikelemente stufenlos anstellbare Druckrollen in mindestens zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen angeordnet sind.

[0005] Die vorgeschlagene Verfahrensweise führt nicht zum gewünschten Erfolg, da die erforderliche Vorovalisierung bzw. die zu erwartende Rückfederung nur ungenau ermittelbar ist. Sie kann zu stark oder zu schwach voreingestellt sein, so dass nach der Rückfederung eine nicht tolerierbare Ovalität verbleibt. Die Voreinstellung ist problematisch, da sie von vielen Parametern gleichzeitig abhängt. Es fließen das s/D-Verhältnis, das R/D-Verhältnis und der Werkstoff ein. Auch das Herstellverfahren des Ausgangsrohres beeinflusst den Grad der Rückfederung.

[0006] In der JP 56026625 A ist eine Vorrichtung zum Induktivbiegen von Rohren offenbart. Vor dem Induktor ist eine Führung angeordnet, bestehend aus einer das Rohr umfassenden Haltevorrichtung mit einer Vielzahl von über den Umfang verteilt angeordneten Druckrollen.

Der Abstand zweier einander gegenüber liegender Druckrollen entspricht dem IST-Außendurchmesser des einlaufenden Rohres. Die auf einen vorgegebenen Abstand einstellbaren Druckrollen sollen das Ovalisieren des gebogenen Rohres verhindern. Vorzugsweise sind pro Rollensatz zwei axial beabstandet voneinander

angeordnete Druckrollen vorgesehen.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Induktivbiegen von Rohren anzugeben, mit dem reproduzierbar die Ausbildung einer unzulässigen Ovalität im Bogenbereich vermieden wird.

[0008] Diese Aufgabe wird ausgehend vom Oberbegriff in Verbindung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sind jeweils Gegenstand von Unteransprüchen.

[0009] Nach der Lehre der Erfindung wird jeweils der die Erwärmungszone verlassende Bogenabschnitt in einer die größte zu erwartende Ovalität ausgewählten Ebene an mindestens zwei Stellen des Umfanges auf Nennaußendurchmesser des Rohrbogens zwangsweise geführt, wobei in rückwärtiger Verlängerung die Ebene den Drehmittelpunkt des Biegearmes schneidet.

[0010] Aufgrund der ungleichen Kraftverhältnisse in der Zugzone im Vergleich zur Druckzone liegt die Ovalform nicht symmetrisch zum Koordinatensystem. Um dies zu berücksichtigen wird weiterbildend vorgeschlagen, eine dritte Druckrolle im Bereich der Druckzone vorzusehen.

[0011] Im Unterschied zum bekannten Verfahren wird keine Vorovalisierung erzeugt, sondern die nach und nach die Erwärmungszone verlassenden Bogenabschnitte werden zwangsweise geführt.

[0012] Diese Verfahrensweise setzt voraus, dass zu Beginn des Biegevorganges zuerst ein Stück Bogen erzeugt werden muss, um an diesen ersten Bogenabschnitt und nicht am Ausgangsrohr einen Führungszwang mittels anstellbarer Rollen ausüben zu können.

[0013] Um die üblicherweise mit Fortschreiten des Biegevorganges eintretende und sich stärker ausprägende Ovalisierung verhindern zu können, werden vorzugsweise die beiden einander gegenüber liegenden Rollen, bei Bedarf auch eine dritte Rolle, angestellt.

[0014] Die einzustellenden optimalen Positionen und Abstände der Rollen werden jeweils durch vorherige Berechnung, z. B. mittels Finiten-Elemente-Methode (FEM) ermittelt. Damit können gezielt die Umfangsbereiche geführt werden, in denen die größte Ovalität auftritt. Der Haltedruck der angestellten Rollen muss so hoch sein, dass die eingestellten Abstände zueinander trotz der ansteigenden entgegenwirkenden Kräfte unverändert bleiben.

[0015] Auf diese Weise werden die die Erwärmungszone verlassenden Bogenabschnitte zwangsgeführt und die Ausbildung einer unzulässigen Ovalität unterdrückt.

[0016] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von einem in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel.

[0017] Es zeigen:

Figur 1 schematisch den Vergleich gebogener Rohrquerschnitt mit idealem Rohrquer-

schnitt,

Figur 2 die Wanddickenverteilung in einem gebogenen Rohrquerschnitt,

Figur 3 schematisch eine erfindungsgemäß ausgebildete Induktivbiegeanlage,

Figur 4 eine Ansicht in Richtung X in Figur 3.

[0018] In **Figur 1** ist zur Demonstration ein schematisch induktiv gebogener Rohrquerschnitt 2 in einen idealen Rohrquerschnitt 1 eingezeichnet worden.

[0019] Wie man gut erkennen kann, wird der ursprünglich nahezu kreisrunde Rohrquerschnitt 1 durch die beim Induktivbiegen einwirkenden Kräfte oval gedrückt. Wird mit X die waagerechte Biegeebene bezeichnet, so wird deutlich, dass in der Y-Achse der Rohrquerschnitt 2 nach außen wandert und außerhalb des idealen Rohrquerschnittes 1 liegt und umgekehrt in der X-Achse der gebogene Rohrquerschnitt 2 nach innen wandert und zumindest auf einer Seite vollständig innerhalb des idealen Rohrquerschnittes 1 liegt.

[0020] **Figur 2** zeigt den gleichen Querschnitt 2 eines Bogenabschnittes wie **Figur 1** aber mit einer übertriebenen Darstellung der Wanddicke. In bekannter Weise wird das Ausgangsrohr durch die einwirkenden Kräfte beim Induktivbiegen nicht nur oval gedrückt, sondern gleichzeitig wird die Wanddicke 3 in der Zugzone verringert und die Wanddicke 4 in der Druckzone angestaucht.

[0021] In **Figur 3** ist schematisch eine erfindungsgemäß ausgebildete Induktivbiegeanlage 5 dargestellt. Sie besteht aus einem hier nur angedeuteten wassergekühlten Induktor 6, einem Klemmelement 7 mit einem daran befestigten Biegearm 8. Die Fluchtlinien vom Induktor 6 und vom Biegearm 8 schneiden sich im Drehpunkt 9.

[0022] Der Biegevorgang läuft nun in der Weise ab, dass das Ausgangsrohr 10 mittels des Induktors 6 in einem schmalen Streifen über den Umfang erwärmt wird. Das am stirnseitigen Ende angebrachte Klemmelement 7 ist mit einem Biegearm 8 verbunden, der entsprechend dem Vorschub langsam geschwenkt wird. Durch die Schwenkung wirken Kräfte auf den erwärmten schmalen Streifen des Ausgangsrohres 10 ein und zwingen es der durch den Biegeradius R festgelegten Kurvenbahn zu folgen.

[0023] Um den in den **Figuren 1 und 2** dargestellten Effekt einer Ovalisierung entgegenzuwirken ist erfindungsgemäß hinter dem Induktor 6 ein Gerüst 11 angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel ist es mit drei, vorzugsweise hydraulisch anstellbaren, Druckrollen 14, 14', 14" (siehe **Figur 4**) bestückt. Vorzugsweise haben die Druckrollen 14, 14', 14" im Querschnitt gesehen eine Diaboloform.

[0024] Andeutungsweise sind die die Anstellung der Druckrollen betätigenden Hydraulikaggregate 12, 13,

13' dargestellt. Sie sind in diesem Ausführungsbeispiel so angeordnet, dass in der Y-Achse zwei 13, 13' näherungsweise einander gegenüber liegen und in der X-Achse sich ein Hydraulikaggregat 12 im Druckzonbereich befindet. Die an den Hydraulikaggregaten 13, 13' eingezeichneten Umfangspfeile sollen die Möglichkeit andeuten, die optimale Position variabel einstellen zu können.

Bezugszeichenliste

Nr.	Bezeichnung
1	idealer Rohrquerschnitt
2	gebogener Rohrquerschnitt
3	Wanddicke Zugzone
4	Wanddicke Druckzone
5	Induktivbiegeanlage
6	Induktor
7	Klemmelement
8	Biegearm
9	Drehpunkt
10	Ausgangsrohr
11	Gerüst
12	Hydraulikaggregat
13, 13'	Hydraulikaggregat
14, 14', 14"	Druckrollen

Patentansprüche

- Verfahren zum Induktivbiegen von Rohren, insbesondere Großrohre, bei dem während des Biegevorganges unmittelbar hinter der Erwärmungszone ein auf das Rohr wirkender Druck ausgeübt wird **dadurch gekennzeichnet**, **dass** jeweils der die Erwärmungszone verlassende Bogenabschnitt in einer die größte zu erwartende Ovalität ausgewählten Ebene an mindestens zwei Stellen des Umfangs auf Nennaußendurchmesser des Rohrbogens zwangsweise geführt wird, wobei in rückwärtiger Verlängerung die Ebene den Drehmittelpunkt des Biegearmes schneidet.
- Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Führungszwang erstmalig ausgeübt wird, wenn der erste Bogenabschnitt eine für das Ansetzen eines Führungsmittels erforderliche Bogenerstreckung erreicht hat.
- Verfahren nach Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**,

dass an zwei gegenüber liegenden Stellen des Umfangs der Führungszwang ausgeübt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3
dadurch gekennzeichnet, 5
dass die Ebene des Führungszwanges nahezu mit der senkrechten Biegeebene zusammenfällt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 und 2
dadurch gekennzeichnet, 10
dass an drei über den Umfang verteilt angeordneten Stellen der Führungszwang ausgeübt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5
dadurch gekennzeichnet, 15
dass die dritte Stelle des Führungszwanges in der waagerechten Biegeebene im Druckzonenbereich liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6
dadurch gekennzeichnet, 20
dass durch Abschätzung oder Berechnung die Anzahl, die Position und die Abstände der Stellen des Führungszwanges ermittelt werden. 25

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem wassergekühlten Induktor, einem Biegearm und einem hinter dem Induktor angeordneten Gerüst, in dem stufenlos radial anstellbare Druckrollen befestigt sind 30
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens zwei in Umfangsrichtung verschiebbare Druckrollen angeordnet sind, die während des Biegevorganges auf einen vorzugebenen Abstand fest einstellbar sind. 35

9. Vorrichtung nach Anspruch 8
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei Druckrollen vorgesehen sind, die einander gegenüber liegen. 40

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 und 9
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anstelleinrichtung für die Druckrollen mit einem Anschlag versehen ist. 45

11. Vorrichtung nach Anspruch 9
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verschiebung der zwei einander gegenüber liegenden Druckrollen miteinander gekoppelt ist. 50

55

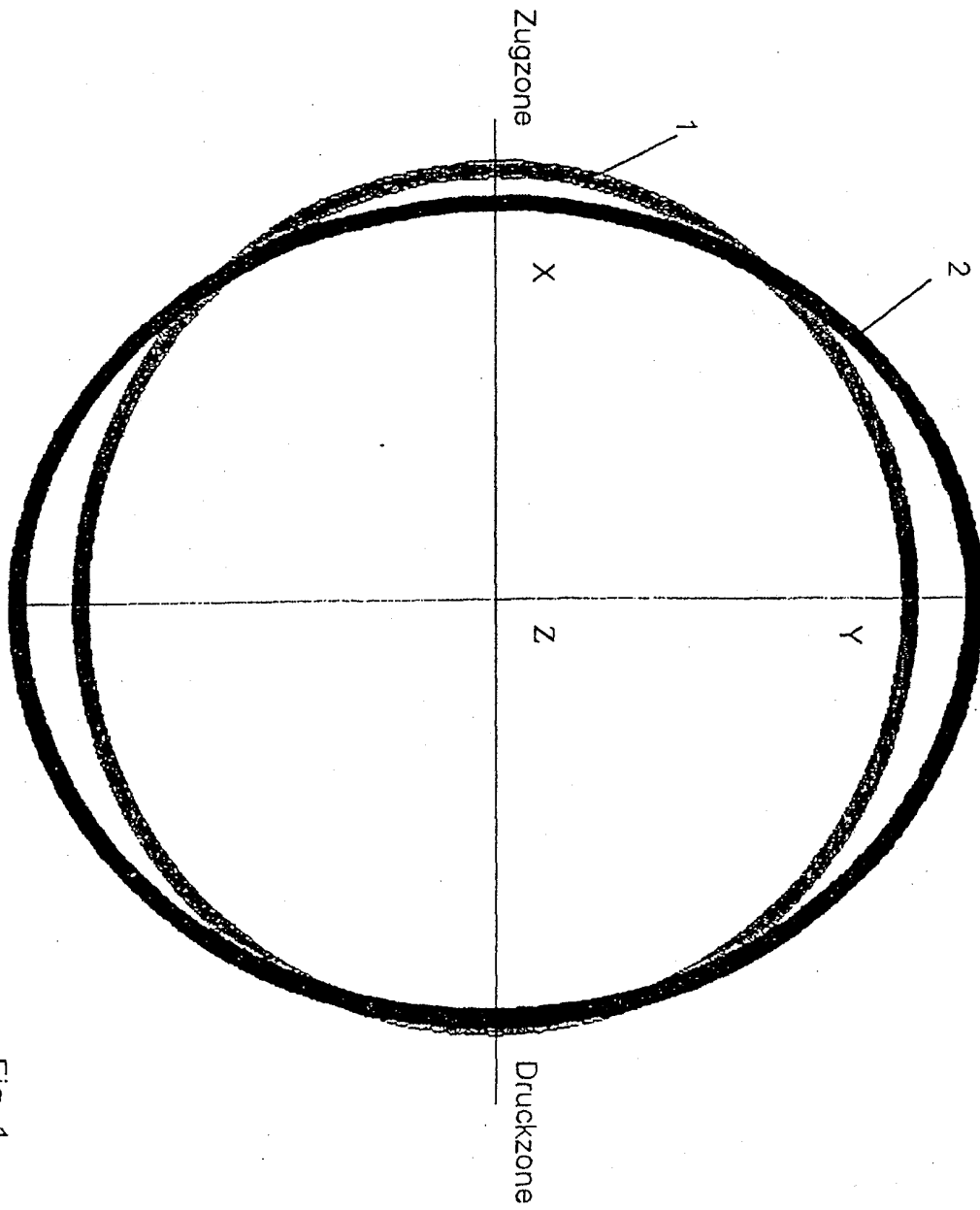


Fig. 1

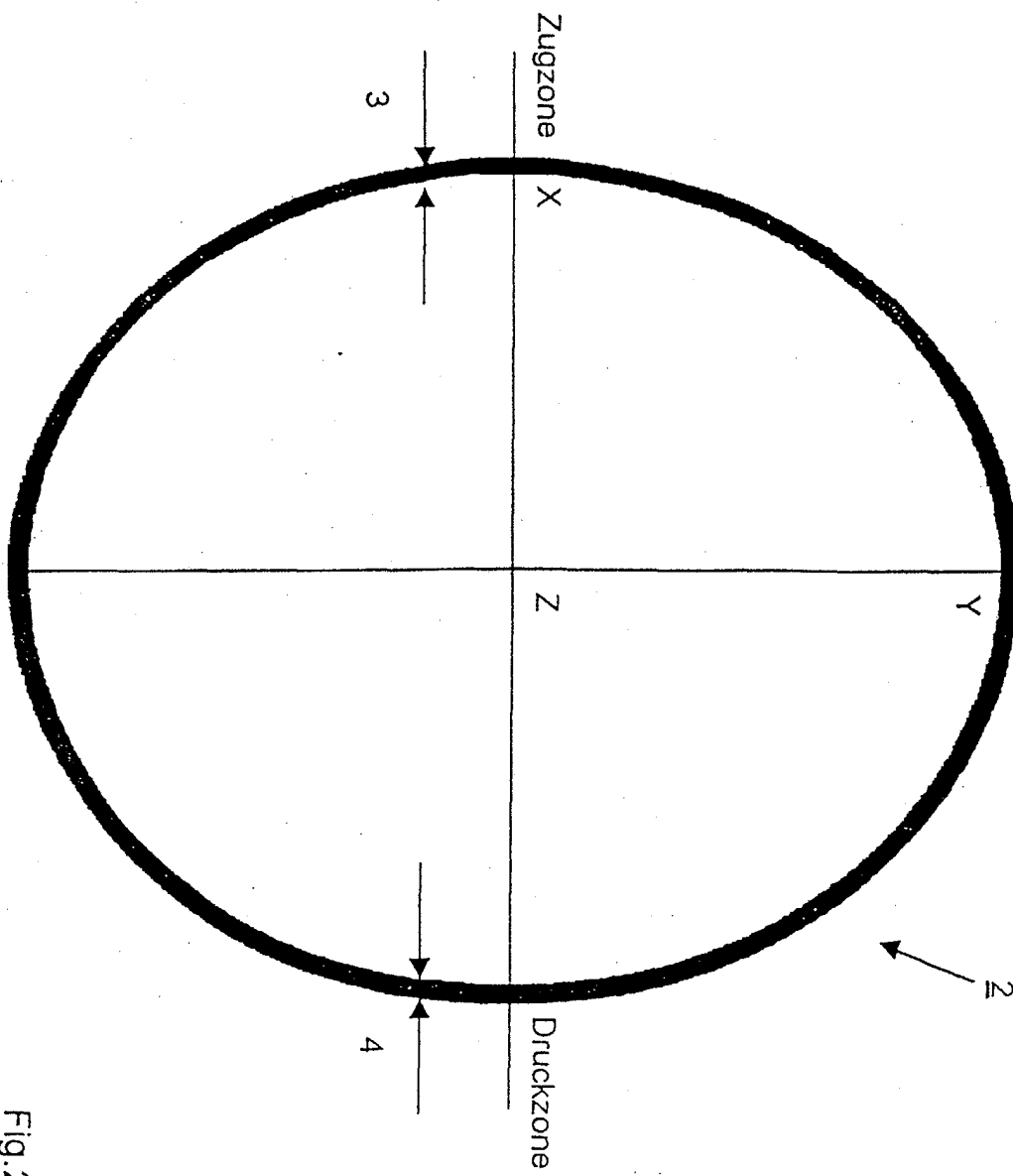


Fig.2

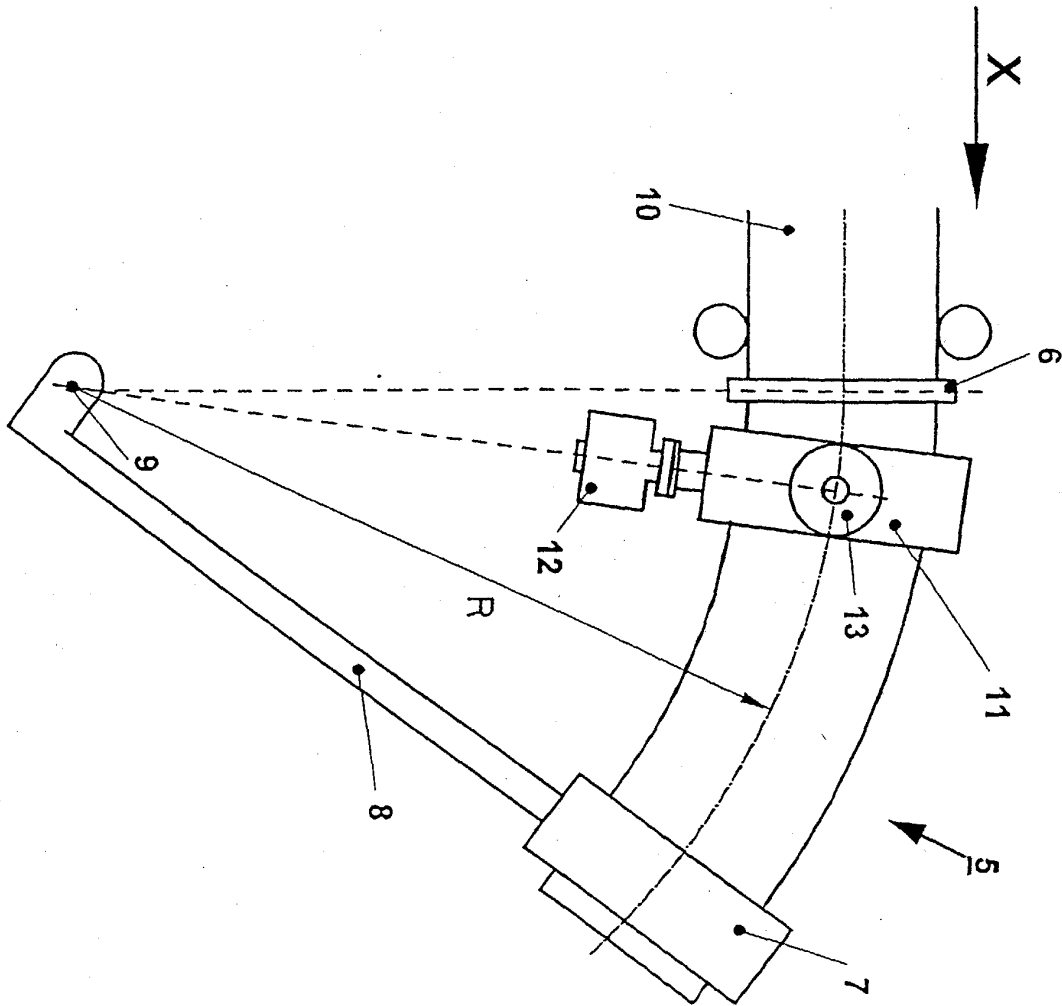


Fig. 3

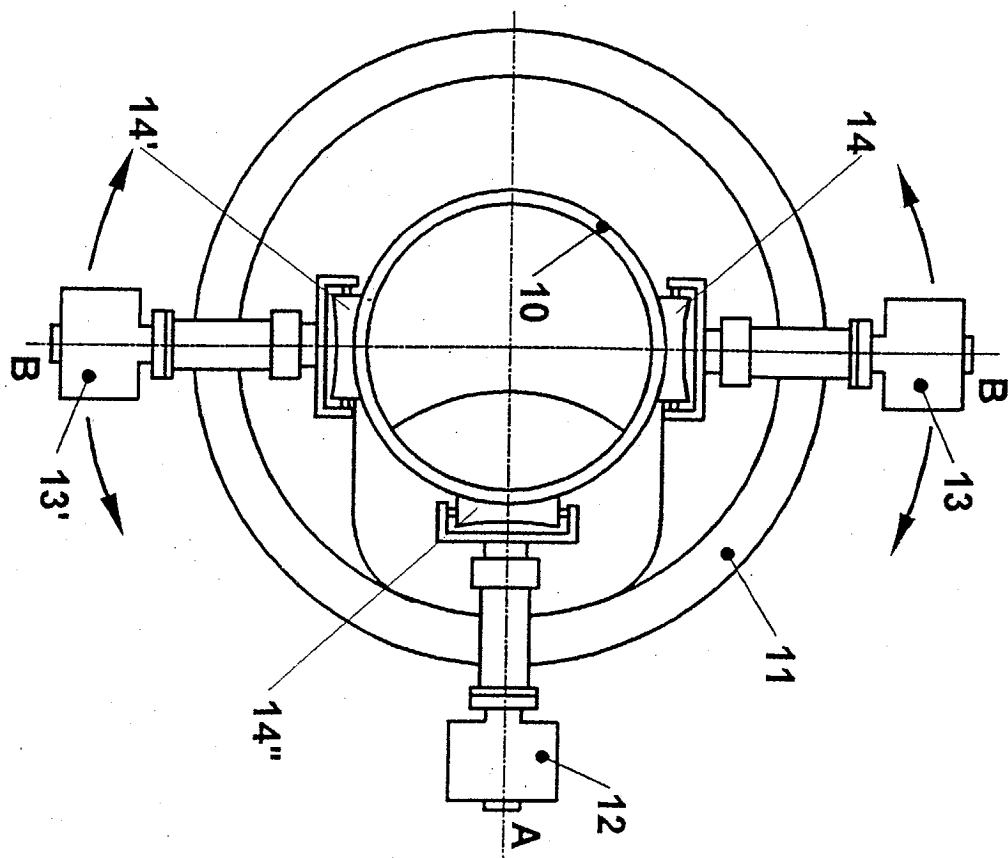


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 09 0269

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 31 50 381 A (MANNESMANN AG) 23. Juni 1983 (1983-06-23) * Abbildungen 1,2 *	1,8	B2107/025 B2109/18
A	GB 1 487 520 A (DAIICHI KOSHUHA KOGYO KK) 5. Oktober 1977 (1977-10-05) * Abbildungen 1-4 *	1,8	
A,D	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 076 (M-069), 20. Mai 1981 (1981-05-20) -& JP 56 026625 A (DAI ICHI HIGH FREQUENCY CO LTD), 14. März 1981 (1981-03-14) * Zusammenfassung *	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 9. Dezember 2003	Prüfer Vinci, V
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 (03.82) (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 09 0269

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-12-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3150381	A	23-06-1983	DE 3150381 A1	23-06-1983
GB 1487520	A	05-10-1977	KEINE	
JP 56026625	A	14-03-1981	JP 1351634 C	11-12-1986
			JP 61015772 B	25-04-1986

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82