

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 314 936 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **30.06.93**

(51) Int. Cl.⁵: **B21D 22/14**

(21) Anmeldenummer: **88116644.1**

(22) Anmeldetag: **07.10.88**

(54) **Verfahren und Maschine für die plastische Verformung rohrförmiger Körper.**

(30) Priorität: **09.10.87 IT 2219087**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.05.89 Patentblatt 89/19

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
30.06.93 Patentblatt 93/26

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 010 057
EP-A- 0 190 958
FR-A- 2 490 119
US-A- 4 061 009

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 8, Nr.
166 (M-314)[1603], 2. August 1984; & JP-A-59
61 529 (MATSUSHITA DENKO K.K.)
07-04-1984**

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr.
5 (M-184)[1150], 11. Januar 1983; & JP-A-57
165 130 (MINORU NAKAMURA) 12-10-1982**

(73) Patentinhaber: **BLM S.p.A.**
Via Selvaregina, 30
I-22063 Cantu(IT)

(72) Erfinder: **Ferrari, Alessandro**
Via Selvaregina, 30
I-22063 Cantu(IT)
Erfinder: **Piccoli, Matteo**
Via Selvaregina, 30
I-22063 Cantu(IT)
Erfinder: **Aliprandi, Giancarlo**
Via Selvaregina, 30
I-22063 Cantu(IT)

(74) Vertreter: **Mayer, Hans Benno, Dipl.-Ing.**
de Dominicis & Mayer Piazzale Marengo 6
I-20121 Milano (IT)

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).

EP 0 314 936 B1

Beschreibung

Die vorstehende Erfindung betrifft ein Verfahren, sowie eine Maschine zur plastischen Verformung von rohrfoermigen Koerpern.

Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, besonders die Enden rohrfoermiger Koerper zu verformen, um die Enden der Rohrstuecke durch plastische Verformung an die zukuenftige Verwendung anzupassen. So werden z.B. die Enden dieser rohrfoermigen Koerper durch plastische Verformung aufgeweitet, um z.B. trichterartige Verformungen herzustellen oder, die Enden der Rohrstuecke werden derartig verformt, um abgebogene Raender herzustellen, die einen Endflansch bilden.

Weitere Ausfuehrungsformen sehen vor, die Enden des Rohrstueckes umzuboerteln oder die Enden des Rohrstueckes werden in Richtung der Laengsachse des Rohres verformt, um das Endstueck des Rohres teilweise oder vollstaendig zu schliessen. Mit den bekannten Maschinen, die geeignet sind, die beschriebenen Arbeitsvorgaenge durchzufuehren, ist es auch moeglich, ringartige Vertiefungen in die Wand des Rohrstueckes einzu- arbeiten, wobei sich diese ringartigen Verformungen vom inneren des Rohrstueckes nach aussen oder von der Aussenwand des Rohrstueckes zur Innenseite des Rohres erstrecken koennen.

Zur Durchfuehrung der genannten Verformungsvorgaenge wird bereits auf dem Markt eine Rohraufweitemaschine oder Rohrverformungsmaschine der Typenreihe AST 38, AST, 102, AST 130 der Anmelderin angeboten. Die bekannten Maschinen bestehen aus einer Spannzange, mit der das Rohrstueck festgespannt wird. Die bekannten Maschinen weisen einen revolverartigen Kopf auf, der auf das Ende des zu verformenden Rohres hin gerichtet ist. Der Revolverkopf weist eine Anzahl von Werkzeugen fuer das Ausstanzen, das Kalibrieren und das allgemeine Verformen des Rohrendes auf.

Nach dem Festspannen des zu verformenden Rohrstueckes sowie einer gesteuerten Positionierung des Revolvers (in der Art, dass das geeignete Werkzeug fuer den Verformungsvorgang genau koaxial gegenueber der Laengsachse des zu verformenden Rohres angeordnet ist), fuehrt der gesamte Revolverkopf einen Laengshub auf das Ende des gespannten Rohres aus. Dadurch wird durch einen oder mehrere Bearbeitungsvorgaenge die gewuenschte plastische Verformung durchgefuehrt, z.B. eine Verjuengung, Aufweitung, Bildung eines abstehenden Flansches, Boertelung, Aufweitung oder konische Verformung des Endstueckes des Rohres.

Die bekannten Maschinen haben den wesentlichen Nachteil, dass fuer jeden Verformungsvorgang sowie fuer jeden Rohrdurchmesser unter-

schiedliche Werkzeuge vorzusehen sind, die auf einer Plattform des Revolverkopfes zu montieren sind, entsprechend den durchzufuehrenden Bearbeitungsvorgaengen.

Damit ist die bekannte Maschine, was die durchfuehrbaren Verformungsvorgaenge anbelangt, sehr eingeschraenkt.

Wird der Durchmesser des zu verformenden Rohrstueckes veraendert oder erfahrt die plastische Verformung des zu bearbeitenden Werkstueckes eine Formaenderung, so ist ein mechanischer Eingriff notwendig, und die verschiedenen Praege- werkzeuge oder Verformungswerkzeuge, die auf der Plattform montiert sind, muessen ausgewechselt werden. Ein weiterer Nachteil der bekannten Maschinen besteht darin, dass diese nur fuer Verformungsvorgaenge einsetzbar sind, die in unmittelbarer Naehe des Endstueckes des Rohres durchgefuehrt werden. Es ist nicht moeglich, ring- artige Verformungen in die Innenseite oder die Aussenwand des Rohres mit einem gewissen Abstand vom Rohrende durchzufuehren.

Die bekannten Maschinen, die mit Verformungswerkzeugen ausgeruestet sind, die auf einer revolverartigen Plattform befestigt sind, die in Laengsrichtung verschiebbar gelagert ist, weisen ferner den Nachteil auf, dass haeufig komplizierte Verformungsvorgaenge, die eine mehrmalige, schrittweise Verformung erfordern (zur Durchfuehrung einer allmaehlichen Verformung) nicht durchfuehrbar sind. Ferner arbeiten die bekannten Maschinen unter erheblicher, stoerender Geraeusentwicklung. Die stuendliche Leistung der verformten Werkstuecke ist beschraenkt, die bekannten Maschinen stellen einen nicht zu unterschuetzen- den Kostenaufwand dar, dies aufgrund der Notwendigkeit, eine aufwendige Hydraulikeinheit vorzusehen.

Aus dem Stand der Technik (EP-A-0 010 057) ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen eines Rohrbogens bekannt geworden, wobei mehrere Verformwerkzeuge in einem Werkzeugaufnahmekopf rotierend um das zu verformende Werkstueck angeordnet sind.

Ueber eine in Laengsrichtung verschiebbare schiefe Ebene kann auf die Halterungen der Verformwerkzeuge eingewirkt werden, in der Art, dass diese Werkzeuge radial von aussen in Richtung der Drehachse des Kopfes zustellbar sind.

Das zu verformende Werkstueck ist auf einem Kreuzschlitten gelagert, und es sind Mittel vorgesehen, die ein Verstellen des Werkstueckes in seiner Hoehenlage gegenueber dem Werkzeugaufnahmekopf zulassen. Der Kreuzschlitten zur Aufnahme des Werkstueckes ist verfahrbar gelagert. Unter Zuhilfenahme eines Rohrbogenkernes, der in einen zu verformenden Rohling eingesetzt wird, besteht die Moeglichkeit, einen dickwandigen Rohrrohling

in einem sehr duennwandigen Rohrbogen mit exakter Formgebung zu verformen.

Der Entgegenhaltung JP-A-57 165130 ist eine Einrichtung zu entnehmen, mit der am Ende eines Rohrstueckes Verjuengungen erzeugt werden koennen. Mit dieser bekannten Vorrichtung wird ueber eine Aenderung der Drehgeschwindigkeit des Werkzeuges, und somit durch Aendern der auf das Werkstueck ausgeuebten Fliehkraft, ein Verformen des Werkstueckes, z. B. eines Rohrstueckes, von der Aussenwand zur Werkstueckachse hin ermoeeglicht, eine Verformung des Rohrstueckes in umgekehrter Richtung von innen nach aussen in Richtung der Rohrwandung kann mit dieser Vorrichtung nicht durchgefuehrt werden.

Bei dieser bekannten Vorrichtung wird das Werkstueck in Laengsrichtung waehrend des Verformungsvorganges verfahren.

Aufgabe der vorstehenden Erfindung ist es, ein neues Verfahren, sowie eine neue Maschine vorzuschlagen, mit der es moeglich ist, die geschilderten Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und die Moeglichkeit zu schaffen, moeglichst unter Verwendung eines einzigen Werkstueckes eine sehr grosse Anzahl von variierenden Verformungsvorgaengen auch mit komplexer geometrischer Gestaltung durchzufuehren. Ferner soll die Moeglichkeit geschaffen werden, technische Bearbeitungsgruessen schnell und einfach an die verschiedenen Verformungsvorgaenge und die Merkmale des zu verformenden Rohrstueckes sowie an die Materialeigenschaften der Rohre anzupassen, um eine grosse Flexibilitaet hinsichtlich der durchfuehrbaren Verformungsvorgaenge zu schaffen. Es sollen auch komplexe Verformungsvorgaenge sowie Verformungsvorgaenge fuer zusammengesetzte Formen durchfuehrbar sein und ferner soll die Bearbeitung unterschiedlicher Materialien z.B. Stahl, rostfreiem Stahl (Inox), Kupfer, Aluminiumlegierungen, Messing moeglich werden.

Erfindungsgemaess wird die genannte Aufgabe mit einem eingangs genannten Verfahren, das folgende Bearbeitungsvorgaenge vorsieht, geloest:

- a) das Rohrstueck waehrend des Bearbeitungsvorganges ortsfest gespannt ist,
- b) das Verformwerkzeug mit veraenderbarer Drehgeschwindigkeit gesteuert antreibbar ist,
- c) das Verformwerkzeug sowohl in Radialrichtung des Werkstueckes von der Laengsachse des Werkstueckes zur Rohraussenwand als auch von der Rohraussenwand zur Achse des Werkstueckes gesteuert verschiebbar ist und
- d) das sich drehende Werkzeug parallel zur Werkstueckachse gesteuert verfahrbar ist.

Zur Durchfuehrung dieses Verfahrens ist in vorteilhafter Weise eine Maschine mit Mitteln zum lagerichtigen Anordnen und Spannen des Rohrstueckes in einer vorbestimmten Lage vorgesehen

und auf der Seite der Maschine, die dem Ende des zu bearbeitenden Rohrstueckes zugerichtet ist, wird:

die Werkstueckaufnahmeverrichtung ortsfest angeordnet und das sich drehende Bearbeitungswerkzeug von einem auf einer mit steuerbarer Geschwindigkeit antreibbaren Plattform angeordneten, relativ zu der Plattform und radial zur Werkstueckachse verfahrbaren Schlitten aufgenommen, wobei der Schlitten mit gesteuerter Bewegung in Richtung der Rohrachse oder in Richtung des Rohrmantels verschiebbar ist und die sich drehende Plattform mit dem Bearbeitungswerkzeug von einem Support aufgenommen wird, der mit gesteuerter Bewegung in Richtung der Werkstuecksachse verfahrbar ist.

Weitere Vorteile der Erfindung koennen der nun folgenden Beschreibung, den Unteranspruechen, sowie den beigefuegten Zeichnungen entnommen werden.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausfuehrungsbeispiels genauer beschrieben und in den beigefuegten Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Seitenansicht der erfindungsgemaessen Maschine;

Fig. 2 die Maschine in Vorderansicht, unter Darstellung der Einlaufseite fuer das Rohrstueck;

Fig. 3 schematisch eine Ausfuehrungsform einer Antriebsvorrichtung und einer Positioniervorrichtung fuer die rotierende Plattform;

Fig. 4 und 5 zwei Beispiele fuer Werkzeuge, die in der erfindungsgemaessen Maschine Einsatz finden;

Fig. 6 schematisch die Verwendung der Werkzeuge nach Fig. 4 waehrend eines Verformungsvorganges;

Fig. 7 schematisch das Werkzeug nach Fig. 5 bei der Durchfuehrung eines Bearbeitungsvorganges zur Herstellung einer nach innen gerichteten Boertelung; und

Fig. 8 - 22 einige Verformungsbeispiele, die mit dem erfindungsgemaessen Verfahren sowie der erfindungsgemaessen Maschine durchfuehrbar sind.

Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, besteht die gesamthaft mit 1 gekennzeichnete Maschine aus einem Maschinenbett 2, das auf einer Seite einen Spannstock 3 aufweist, in dem das Rohr 4, dessen Ende 4a einer plastischen Verformung zu unterziehen ist, eingespannt wird.

Um die Moeglichkeit zu schaffen, das Enstueck 4a des Rohres 4 genau in der gewuenschten Lage anzuordnen, ist dem Spannstock 3 ein Anschlag 5 zugeordnet, der nach Art einer Klappe 5 ausgefuehrt ist, die nach oben und nach unten schwenkbar ausgefuehrt ist. Dieses Bauteil wird im folgenden noch genauer beschrieben werden.

Dem Ende 4a des Rohres 4 ist weiter eine Heizvorrichtung 6 zum Anwaermen des Rohrstueckes zugeordnet. Auch diese Vorrichtung wird im folgenden noch genauer beschrieben werden.

Das Maschinengestell 2 der Maschine 1 weist waagerechte Fuehrungen 7 auf, die verschiebbar (laengs der Achse X) eine Bearbeitungseinheit oder einen Bearbeitungssupport aufnehmen, der gesamthaft mit 8 gekennzeichnet ist. Die Beareitungseinheit 8 ist mit einen Gewindespindel 9 wirkverbunden, in vorteilhafter Weise einer Kugelumlaufspindel 9, um hoechstmoeegliche Praesizion fuer die Verschiebung der Bearbeitungseinheit 8 in Richtung der Achse X zu gewaehrleisten. Die Kugelumlaufspindel ist in vorteilhafter Weise unter Zwischenschaltung eines Reduktionsgetriebes 10 mit einem Antriebsmotor 11 wirkverbunden. Der Motor 11 ist in vorteilhafter Weise als steuerbarer Motor, z.B. als Gleichstrommotor ausgebildet. Die Bearbeitungseinheit 8 nimmt eine Plattform 1 auf, die um eine mit B gekennzeichnete Achse drehen kann. Der Drehantrieb der Plattform 12 wird ueber einen Antriebsmotor 13 bewerkstelligt, der z.B. ueber einen Zahnriemen 14, der im Inneren der Einheit 8 angeordnet ist, auf die Spindel 15 einwirkt, die mit der Plattform 12 verbunden ist.

Auch der Motor 13, sofern es notwendig sein sollte, ist als steuerbarer Gleichstrommotor ausgebildet. Die sich drehende Plattform 12 nimmt einen Schlitten 16 auf, der in Richtung der Achse Z verfahrbar angeordnet ist, d.h. radial zur Plattform 12. Die Radialverschiebung des Schlittens 16 wird unter Zuhilfenahme eines Antriebsmotores 17 bewerkstelligt. Auch dieser Motor ist in vorteilhafter Weise als steuerbarer Gleichstrommotor ausgebildet.

Die Motoren 11, 13, 17 sind mit einer NC-Steuereinrichtung wirkverbunden, diese ist gesamthaft mit 18 gekennzeichnet. Ferner ist jedem Motor ein an sich bekannter Encoder oder ein aehnliches Anzeigegeeraet zugeordnet. Diese Geraete sind dem Fachmann bekannt. Aus diesem Grunde sind sie nicht genauer dargestellt und beschrieben.

Der Schlitten 16 der Plattform 12 nimmt mindestens ein Werkzeug 19 fuer die plastische Verformung des Endstueckes 4a des Rohrstueckes 4 auf. Diese Plattform kann aber auch mit einem weiteren Werkzeug 19' ausgeruestet sein, wie dies mit Strichpunktlinien dargestellt ist. Der Aufbau der Verformungswerkzeuge 19, 19' wird noch genauer im Anschluss beschrieben werden.

Der Fig. 2 kann die Maschine 1 in Vorderansicht in Blickeichtung des Pfeiles 11 gemaess Fig. 1 entnommen werden, d.h. in Einlaufrichtung des Rohrstueckes 4 in den Spannstock 3.

Das Maschinengestell ist mit einem Spannstock ausgeruestet, der gesamthaft mit 3 gekennzeichnet ist. Der Spannstock 3 weist Spannbacken

20 zum Festspannen des Rohres 4 auf; und die Spannbacken 20 sind in Horizontalrichtung unter Zuhilfenahme einer hydraulischen Kolben-Zylindereinheit betaeetigbar.

Der Spannstock 3 weist eine schlittenartige Vorrichtung 22 auf, die mit Backen 20 versehen ist, die mit einer groesseren und einer kleineren Durchgangsbohrung versehen sind. Somit wird es moeglich, sich an unterschiedliche Durchmesser der zu bearbeitenden Rohre anzupassen. Zu diesem Zweck sind die Backen 20 mit Hubgestaengen 23 wirkverbunden, die von weiteren Kolben-Zylindereinheiten 24 antreibbar sind, um somit den Backen 20 zu ermoeeglichen, nach oben oder nach unten (Pfeil g) verfahren zu werden. In Deckung mit der Achse B des Rohrstueckes werden Spannbacken mit grossem Bohrungsdurchmesser oder die Spannbacken mit kleinem Bohrungsdurchmesser (je nach Durchmesser des zu bearbeiteten Rohrstueckes 4) in Spannstellung gebracht.

Zwischen der Spannvorrichtung 3 und der Bearbeitungseinheit 8 weist die Bearbeitungseinheit 8 einen, nach Art einer Klappe ausgebildeten Arm 5 auf, der eine Schwenkbewegung von oben nach unten (Pfeil f) durchfuehren kann. Wenn der Arm 5 in angehobener Lage angeordnet ist, wie in Fig. 2 dargestellt, befindet er sich in Ruhestellung, ist der Arm 5 nach unten verschwenkt (Pfeil f), befindet er sich in Deckung mit der Achse B. Damit bildet des Koeper des Armes 5 einen Anschlag 5', der es ermoeeglicht, das Ende 4a des Rohrstueckes 4 beim Einfahrvorgang in die Maschine genau zu positionieren, d.h. das Endstueck 4a des Rohres 4 wird stets in genauer Lage gegenueber den Werkzeugen 19, 19' (nicht dargestellt in Fig. 2) angeordnet.

Das Unterteil des Armes 5 weist eine Heizvorrichtung 6 auf, die aus oeffenbaren und verschliessbaren Backen besteht, die gesteuert, z.B. unter Zuhilfenahme von Hebelgestaengen 25, sowie einer Kolben-Zylindereinheit 26 antreibbar sind.

Die Aufheizvorrichtung 6 kann elektrisch-induktiv arbeiten, oder in bekannter Weise unter Einsatz von Gasbrennern, die fuer bestimmte Verformungsvorgaenge ein Aufheizen des Endstueckes 4a des Rohres 4, das im Spannstock 3 angeordnet ist, ermoeeglichen.

In Fig. 3 ist schematisch die Betaetigungsvorrichtung der Bearbeitungseinheit 8 dargestellt.

Wie bereits vorher beschrieben, ist die Bearbeitungseinheit 8 verschiebbar auf Fuehrungen 7 montiert. Ferner ist die Bearbeitungseinheit 8 mit einer Antriebsspindel 9, in vorteilhafter Weise einer Kugelumlaufspindel, wirkverbunden. Ueber einen steuerbaren Motor 11 wird die Kugelumlaufspindel 9 in Drehung versetzt, wodurch eine gesteuerte und in der Lage kontrollierte Verschiebung der Bearbeitungseinheit 8 in Richtung der Achse X moeglich

ist.

In an sich bekannter Weise arbeitet der Antriebsmotor 11 mit einem Lageerfassungsgeraet zusammen, z.B. einem nicht dargestellten Encoder, der es erlaubt, stets mit groesster Genauigkeit die Lage der Bearbeitungseinheit 8 und somit die Lage des Werkstueckes 19 gegenueber dem Ende 4a des zu bearbeitenden Rohrstueckes 4 festzustellen.

Die drehbare Plattform 12 ist im Koerper der Bearbeitungseinheit 8 unter Verwendung von Waelzlagern 27 gelagert und, unter Verwendung eines Zahnriemens 14, sowie eines Antriebsmotores 13 erfolgt der Antrieb.

Sofern es notwendig erscheint, ist auch der Motor 13 als steuerbarer Gleichstrommotor ausgebildet, wodurch es ermoeeglicht wird, in gesteuerter Weise die Drehzahl der Plattform 12 zu variieren.

Die Plattform 12 nimmt in einer bekannten Schwalbenschwanzfuehrung 28 einen Schlitten 16 auf, der in Richtung des Pfeiles Z verschiebbar ist. Der Schlitten 16 weist auf der dem Werkzeug 19 gegenueberliegenden Seite eine Zahnstange 29 auf, die mit einem Ritzel 30 kaemmt. Das Ritzel ist mit einer Zahnstange 31 wirkverbunden, diese Zahnstange ist im Inneren des verlaengerten Koerpers 32 der Plattform 12 gelagert. Die Zahnstange 31 kann in Richtung der Achse X verschoben werden.

Die Kugelumlaufspindel 33 steht mit einer Gewindehulse 40 in Wirkverbindung und diese Gewindehulse 40 ist mit einem rohrartigen Bauteil 41 verbunden, welches in Laengsrichtung verschiebbar in dem sich drehenden Bauteil 32 gelagert ist.

Ein Anschlagarm 42 verhindert eine Drehbewegung der Gewindehulse 40.

Mit der Drehbewegung der Gewindespindel 3, unter Verwendung des Zahnriemens 34 und des steuerbaren Motors 17 wird es moeglich, den rohrfoermigen Koerper 41 in Axialrichtung (X-Achse) zu verschieben und auch die Zahnstange 31, die im rohrfoermigen Bauteil 41 unter Zuhilfenahme von Waelzlagern 43 gelagert ist.

Die Zahnstange 31 wirkt auf das Ritzel 30 ein, welches in gesteuerter Weise den Schlitten 16 in Richtung der Achse Z verfaehrt. Auch dem Motor 17 ist eine Vorrichtung zur Lageanzeige, z.B. ein Encoder zugeordnet, wodurch die genaue Lage des Schlittens 16 und somit des Werkzeuges 19 in Richtung der Achse Z gegenueber dem Rohrstueck 4, 4a festgestellt wird.

Wie bereits vorher beschrieben, sind die Motoren 11, 13 und 17 als steuerbare Motoren ausgebildet und mit einer NC-Einheit wirkverbunden, diese ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 18 gekennzeichnet.

Den Figuren 4 und 5 koennen zwei Werkzeuge 19, 19' entnommen werden, die auf dem Schlitten 16 montierbar sind. Das Werkzeug 19 ist mit einem

Bearbeitungsraedchen 44 ausgeruestet, dieses Raedchen ist drehbar unter Verwendung von Waelzlagern 35 und einer Traegerwelle 36 in einem Werkzeughalter 37 angeordnet, der Werkzeughalter 37 ist am Schlitten 16 befestigbar. Das Werkzeug 19 mit dem drehbaren Bearbeitungsraedchen 44 dient insbesondere zur Durchfuehrung von aussenliegenden Verformungen des Endstueckes 4a des Rohres 4, wie es in Fig. 4 dargestellt ist.

Es hat sich ferner als vorteilhaft erwiesen, wenn die Lagerwelle 36 des Werkstueckes 19 mit dem Bearbeitungsraedchen 44 geneigt, z.B. um einen Winkel von 45° , gegenueber der Laengsachse des Rohrstueckes 4 angeordnet ist. Somit wird eine ungehinderte Bearbeitung sowohl entlang der Aussenwand des Rohrstueckes 4 als auch entlang dem Rohrende 4a des Rohrstueckes 4 moeglich.

Das Werkzeug 19' ist in vorteilhafter Weise als angespitzter Stift vorgesehen, der besonders dazu geeignet ist, Umboertelungsvorgaenge zum Rohrinernen hin vorzunehmen. Das Werkzeug 19' ist durch einen Gewindestift 38 in einem zylindrischen Bauteil 39 befestigt, das unter Zuhilfenahme von Waelzlagern 45 im Inneren eines Werkzeugtraegers 46, der aehnliche Form wie der Werkzeugtraeger 37 gemaess Fig. 4 aufweist, angeordnet ist. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Drehachse des Werkzeuges 19' mit der Achse des Rohres, dessen Ende 4a zu verformen ist, uebereinstimmt.

Die Arbeitsweise der erfindungsgemaessen Vorrichtung wird nun genauer unter Zuhilfenahme der Figuren 6 und 7 beschrieben.

In den Figuren 6 und 7 sind Rohrstuecke 4 dargestellt, deren Enden 4a durch die Werkzeuge 19, bzw. 19' zu verformen sind. Das obere Teilstueck des Rohrstueckes 4 zeigt die Grundform des Werkstueckes, waehrend die untere Haelfte des Rohres das Ende 4a des Rohrstueckes 4 nach Durchfuehrung des Verformungsvorganges darstellt.

In Fig. 6 ist das Ende 4a des Rohres 4 unter Zuhilfenahme des Werkzeuges 19 derartig zu verformen, dass die Raender des Endstueckes 4a des Rohres derartig umgebogen werden, dass sie senkrecht zur Laengsachse des Rohres ausgerichtet sind. Waehrend des Verformungsvorganges rotiert das Werkzeug 19 um das Ende 4a des Rohrs und gleichzeitig wird eine zusammengesetzte Bewegung durchgefuehrt derartig, dass das Werkzeug von der mit Strichpunktlinien dargestellten Lage in die mit durchgehenden Linien dargestellte Lage bewegt wird; es erfolgt eine kontrollierte Bewegung laengs der Achsen X und Z. Die Steuerung des Bewegungsablaufes erfolgt ueber die NC-Einheit 18.

Die gesteuerte Bewegung entlang der Achse X wird ueber den Antriebsmotor 11 und die Gewin-

despindel 9 vorgenommen, die die Bearbeitungseinheit 8 verschiebt. Die Verschiebewegung laengs der Achse Z wird durch den Antriebsmotor 17, die Gewindespindel 33, die Zahnstange 31 und, sowie den Schlitten 16 durchgefuehrt.

Wie der Fig. 6 zu entnehmen ist, kann die plastische Verformung des Endstueckes 4a des Rohres 4 auch durch mehrere hintereinander folgende Verformungsvorgaenge durchgefuehrt werden, wie dies durch mehrere Strichpunktlinien, die mit R gekennzeichnet sind, dargestellt ist; d.h. die Verformung kann allmaehlich in die Wege geleitet werden, derart, dass sich das um das Rohr 4 drehende Werkzeug 19 allmaehlich sowohl in Richtung (Z) als in Richtung (X) vorwaertsbewegt wird, solange bis am Ende der Vorschubbewegung das Rohr (wie fuer die untere Haelfte des Rohres dargestellt), verformt wurde (siehe Fig. 6).

Sofern das Enstueck 4a des Rohres 4 gemass Fig. 6 einer weiteren Verformung unterzogen werden soll, indem der Randbereich vollstaendig zum Inneren des Rohres 4 abgebogen wird, erfolgt ein weiterer Verformungsvorgang, wie in Fig. 7 dargestellt. Hierzu wird das Werkzeug 19' verwendet, welches die Bearbeitung der Rohrwandung 4, 4a im Inneren des Rohres 4 ermoeeglicht. Wie bereits dargestellt und beschrieben, kann das Werkzeug 19' gemeinsam mit dem Werkzeug 19 auf dem gleichen Werkzeugschlitten 16 angeordnet sein. Zu diesem Zweck wird der Schlitten zur Durchfuehrung des in Fig. 7 dargestellten Verformungsvorganges unterschiedlich in Radialrichtung positioniert.

In den Figuren 8 - 22 sind verschiedene Moeglichkeiten fuer durchzufuehrende Verformungsvorgaenge, die mit der erfindungsgemaessen Vorrichtung durchfuehrbar sind, dargestellt.

Die wesentlichsten Vorteile der Erfindung koennen wie folgt zusammengefasst werden:

Dank der Erfindung ist es nicht mehr notwendig, einen aufwendigen Werkzeugwechsel, in Abhaengigkeit vom Durchmesser des zu bearbeitenden Rohres, vorzusehen. Der Verformungsvorgang erfolgt unter Verwendung von einem oder hoechstens zwei Werkzeugen. Sowohl die Drehbewegung des Werkzeuges als auch die Axial- und Querverschiebung des Werkzeuges wird von einer NC-Steereinheit gesteuert und ueberwacht. Diese NC-Einheit kann eine unbegrenzte Anzahl von Bearbeitungsgroessen fuer verschiedene Materialien und unterschiedliche Verformungsvorgaenge speichern, diese Bearbeitungsgroessen koennen fuer jeden Bearbeitungsvorgang sofort abgerufen werden.

Patentansprueche

1. Verfahren zum plastischen Verformen eines rohrfoermigen Koerpers (4), bei dem ein Ver-

formwerkzeug (19, 19') rotierend um die Achse (B) des zu bearbeitenden Werkstueckes angetrieben ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- a) das Rohrstueck (4) waehrend des Bearbeitungsvorganges ortsfest (3) gespannt ist,
- b) das Verformwerkzeug (19, 19') mit veraenderbarer Drehgeschwindigkeit (13) gesteuert (18) antreibbar ist,
- c) das Verformwerkzeug (19, 19') sowohl in Radialrichtung (Z) des Werkstueckes (4) von der Laengsachse des Werkstueckes (4) zur Rohraussenwand als auch von der Rohraussenwand zur Achse (B) des Werkstueckes (4) gesteuert (17, 18) verschiebbar (Z) ist und
- d) das sich drehende Werkzeug (19, 19') parallel zur Werkstueckachse (B) gesteuert (11, 18) verfahrbar ist.

2. Maschine (1) fuer die plastische Verformung eines rohrfoermigen Koerpers (4, 4a), mit einer Aufnahmevorrichtung (3) zur ortsfesten Halterung eines zu bearbeitenden Werkstueckes (4) und einer sich drehenden Vorrichtung (12) zur Aufnahme eines in Radialrichtung (Z) verschiebbaren Bearbeitungswerkzeuges (19), **dadurch gekennzeichnet**, dass

die Werkstueckaufnahmevorrichtung (3) ortsfest angeordnet ist und das sich drehende Bearbeitungswerkzeug (19, 19') von einem auf einer mit steuerbarer Geschwindigkeit (13) antreibbaren Plattform (12) angeordneten, relativ zu der Plattform (12) und radial zur Werkstueckachse (B) verfahrbaren Schlitten (16) aufgenommen ist, und der Schlitten (16) mit gesteuerter Bewegung (Z) in Richtung der Rohrachse oder in Richtung des Rohrmantels verschiebbar ist und die sich drehende Plattform (12) mit dem Bearbeitungswerkzeug (19) von einem Support (8) aufgenommen ist, der mit gesteuerter Bewegung in Richtung der Werkstueckachse (X) verfahrbar ist.

3. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der rotierenden Plattform (12) und dem Spannstock (3) zum Spannen des Rohres (4) ein Anschlagmittel (5) vorgesehen ist, das schieberartig ausgefuehrt und auf- und abbewegbar (f) vorgesehen ist.

4. Maschine, nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das schieberartige Anschlagmittel (5) eine Heizvorrichtung (6) zum Aufheizen des Rohres (4) aufweist, und dass die Heizvorrichtung (6) oeffenbare, bzw. schliessbare Backen aufweist, die mit Heizeinrichtungen, z.B. Gasbrennern oder Induktions-

heizmittel versehen sind.

5. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bearbeitungseinheit (8) mit einer, von einem steuerbaren Motor (11) antreibbaren Kugelumlaufspindel (9) wirkverbunden ist, und der Plattform (12) ebenfalls ein steuerbarer Antriebsmotor (13) zugeordnet ist, und der Werkzeugtraegerschlitten (16) ebenfalls mit einem steuerbaren Motor (17) wirkverbunden ist. 5
6. Maschine, nach Anspruch 2 und 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motoren (11, 13, 17) als steuerbare Gleichstrommotoren ausgeführt sind und, dass den genannten Motoren Lageanzeigegeraete (Encoder) zugeordnet sind und, dass die genannten Motoren bzw. die genannten Encoder mit einer NC-Einheit (18) wirkverbunden sind. 10
7. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der radial zur drehbaren Plattform (12) bewegliche Schlitten (16) ein Werkzeug (19) fuer die Aussenbearbeitung des zu verformenden Rohres (4) als auch ein Werkzeug (19') fuer die Innenbearbeitung des zu verformenden Rohres (4) aufweist. 15
8. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spannstock (3) eine schlittenartige Vorrichtung (22) aufweist, die zwei (20) mit unterschiedlichen Bohrungen verschiebbar aufnimmt und, dass die genannten Backen (20) mit Hebelgestaengen (23) wirkverbunden sind, die von einer steuerbar Kolben-Zylindereinheit (24) angetrieben sind. 20
9. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der auf der Plattform (12) radial bewegliche Schlitten (16) eine Zahnstange (29) aufweist, mit der ein Ritzel (30) kammt, wobei das Ritzel (30) mit einer Zahnstange (31) in Wirkverbindung steht, die mit einer durch eine Gewindespindel (23) axial verschiebbaren Hulse (40) wirkverbunden ist. 25
10. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug (19) ein Raedchen (44) aufweist, die ueber Lager (35) und eine Welle (36) drehbar gelagert ist, wobei das Raedchen (44) in Bezug auf die Lanegsachse des Rohres (4) schraeg zum Rohr (4) angeordnet ist. 30
11. Maschine, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug (19') als spizter Stift ausgebildet ist, der im Werkzeug- 35

traeger mit seiner Laengsachse parallel zur Achse (B) des Rohres (4) angeordnet ist.

Claims

1. Method of plastically forming a tubular article (4), in which a forming tool (19, 19') is driven rotatingly about the axis (B) of the workpiece to be worked, characterised in that
 - a) the tube piece (4) is clamped fixedly in place (3) during the working operation,
 - b) the forming tool (19, 19') is able to be driven at variable rotational speed (13) under control (18),
 - c) the forming tool (19, 19') is able to be displaced (Z) both in the radial direction (Z) of the workpiece (4) from the longitudinal axis of the workpiece (4) to the tube outer wall and from the tube outer wall to the axis (B) of the workpiece (4) under control (17, 18) and
 - d) the rotating tool (19, 19') is able to travel parallel to the workpiece axis (B) under control (11, 18).
2. Machine (1) for the plastic forming of a tubular article (4, 4a), having a receiving device (3) for securing fixedly in place a workpiece (4) to be worked and a rotating device (12) for receiving a working tool (19) which is able to be displaced in the radial direction (Z), characterised in that the workpiece-receiving device (3) is arranged fixedly in place and the rotating working tool (19, 19') is received by a carriage (16) which is arranged on a platform (12), which can be driven at controllable speed (13), and is able to travel in relation to the platform (12) and radially with respect to the workpiece axis (B), and the carriage (16) is able to be displaced with controlled movement (Z) in the direction of the tube axis or in the direction of the tube wall, and the rotating platform (12) is received with the working tool (19) by a slide rest (8), which is able to travel with controlled movement in the direction of the workpiece axis (X).
3. Machine according to Claim 2, characterised in that between the rotating platform (12) and the vice (3) for clamping the tube (4) there is provided a stopping means (5), which is of a slide-like form and is provided in such a way that it can move up and down (f).
4. Machine according to Claims 2 and 3, characterised in that the slide-like stopping means (5) has a heating device (6) for heating up the tube (4), and in that the heating device (6) has 55

openable and closable jaws which are provided with heating appliances, for example gas burners or induction heating means.

5. Machine according to Claim 2, characterised in that the working unit (8) is operatively connected to a ballscrew (9), which can be controlled by a controllable motor (11), and the platform (12) is likewise assigned a controllable drive motor (13), and the tool support carriage (16) is likewise operatively connected to a controllable motor (17). 5 10
6. Machine according to Claims 2 and 5, characterised in that the motors (11, 13, 17) are designed as controllable DC motors and in that the said motors are assigned position-indicating devices (encoders) and in that the said motors or the said encoders are operatively connected to an NC unit (18). 15 20
7. Machine according to Claim 2, characterised in that the carriage (16), which can move radially with respect to the rotatable platform (12), has a tool (19) for the outer working of the tube (4) to be formed and a tool (19') for the inner working of the tube (4) to be formed. 25
8. Machine according to Claim 2, characterised in that the vice has a slide-like device (22) which displaceably receives two [lacuna] (20) with different bores, and in that the said jaws (20) are operatively connected to lever linkages (23) which are driven by a controllable piston-cylinder unit (24). 30 35
9. Machine according to Claim 2, characterised in that the carriage (16), which is radially moveable on the platform (12), has a rack (29) with which a pinion (30) meshes, the pinion (30) being in operative connection with a rack (31) which is operatively connected to a sleeve (40) which is able to be displaced axially by a threaded spindle (23). 40 45
10. Machine according to Claim 2, characterised in that the tool (19) has a small wheel (44) which is mounted rotatably by means of bearings (35) and a shaft (36), the small wheel (44) being arranged obliquely to the tube (4) with respect to the longitudinal axis of the tube (4). 50
11. Machine according to Claim 2, characterised in that the tool (19') is designed as a pointed pin which is arranged in the tool support with its longitudinal axis parallel to the axis (B) of the tube (4). 55

Revendications

1. Procédé pour la déformation plastique d'une pièce tubulaire (4) dans lequel un outil de déformation (19, 19') est entraîné en rotation autour de l'axe (B) de la pièce à travailler, caractérisé en ce que:
 - a) la pièce tubulaire (4) est tendue, de façon stationnaire (3) pendant l'opération de traitement ou d'usinage,
 - b) l'outil pour la déformation (19, 19') peut être entraîné par une commande (18) permettant de modifier la vitesse de rotation (13),
 - c) l'outil pour la déformation (19, 19') est déplaçable (Z) de façon commandée (17, 18) aussi bien dans la direction radiale (Z) de la pièce à travailler (4) de l'axe longitudinal de la pièce à travailler (4) vers la paroi externe de tube que depuis la paroi externe de tube à l'axe (B) de la pièce à travailler (4), et
 - d) l'outil tournant (19, 19') est déplaçable par roulement par une commande (11, 18) parallèlement à l'axe de la pièce à travailler (B).
2. Machine (1) pour la déformation plastique d'une pièce tubulaire (4, 4a) comprenant un dispositif récepteur (3) pour le maintien stationnaire d'une pièce à travailler (4) et un dispositif tournant (12) pour la réception d'un outil de traitement ou d'usinage (19) déplaçable dans la direction radiale (Z), caractérisée en ce que le dispositif de réception de la pièce à travailler (3) est monté stationnaire et en ce que l'outil de traitement ou d'usinage tournant (19, 19') est reçu par un chariot (16) disposé sur une plate-forme (12) pouvant être entraînée suivant une vitesse réglable (13) et déplaçable relativement à la plate-forme (12) et radialement à l'axe de la pièce à travailler (B), et que le chariot (16) est déplaçable suivant un mouvement commandé (Z) dans la direction de l'axe de tube ou dans la direction de l'enveloppe du tube, et que la plate-forme tournante (12) avec l'outil de traitement ou d'usinage (19) est reçue par un support (8) qui est déplaçable suivant un mouvement commandé dans la direction de l'axe (X) de la pièce de travail.
3. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'il est prévu entre la plate-forme tournante (12) et le bloc de serrage (3) pour tendre le tube (4) un moyen formant butée (5) qui est réalisé en forme de coulisseau et qui peut être déplacé vers le haut et vers le bas (f).

4. Machine selon la revendication 2 et 3, caractérisée en ce que le moyen formant butée du type à coulisseau (5) présente un dispositif chauffant (6) pour l'échauffement du tube (4), et en ce que le dispositif chauffant (6) présente des mâchoires pouvant être ouvertes ou fermées qui sont équipées de dispositifs chauffants, par exemple de brûleurs à gaz ou de moyens chauffant par induction. 5
5. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'unité de traitement ou d'usinage (8) est reliée activement à une vis à billes (9) entraînée par un moteur de commande (11), et en ce qu'il est associé à la plate-forme (12) également un moteur d'entraînement de commande (13), et que le chariot de support d'outils (16) est également relié activement à un moteur de commande (17). 10 15
6. Machine selon les revendications 2 et 5, caractérisée en ce que les moteurs (11, 13, 17) sont réalisés comme moteurs à courant continu pouvant être commandés et que des appareils indicateurs de position (codeurs) sont associés aux moteurs précités et que les moteurs et le codeurs précités, respectivement, sont activement reliés à une unité CN (18). 20 25
7. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que le chariot (16) déplaçable radialement à la plate-forme tournante (12) présente un outil (19) pour l'usinage externe du tube à déformer (4) ainsi qu'un outil (19') pour le traitement ou l'usinage interne du tube (4) à déformer. 30 35
8. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que le bloc de serrage (3) présente un dispositif en forme de chariot (22) qui reçoit de façon déplaçable deux mâchoires de serrage (20) avec des perçages différents, et en ce que les mâchoires précitées (20) sont reliées activement à une tringlerie à levier (23) qui est entraînée par une unité à piston et à cylindre (24) pouvant être commandée. 40 45
9. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que le chariot (16) déplaçable radialement sur la plate-forme (12) présente une crémaillère (29) avec laquelle engrène un pignon (30), le pignon (30) étant relié activement à une crémaillère (31) qui est reliée activement à une douille (40) déplaçable axialement par une broche filetée (23). 50 55
10. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'outil (19) présente une petite roue (44) qui est montée à rotation par l'intermédiaire d'un palier (35) et d'un arbre (36), la petite roue (44) étant inclinée par rapport au tube (4) relativement à l'axe longitudinal du tube (4).
11. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'outil (19') est réalisé sous forme de goujon pointu qui est disposé dans le support d'outil avec son axe longitudinal parallèle à l'axe (B) du tube (4).

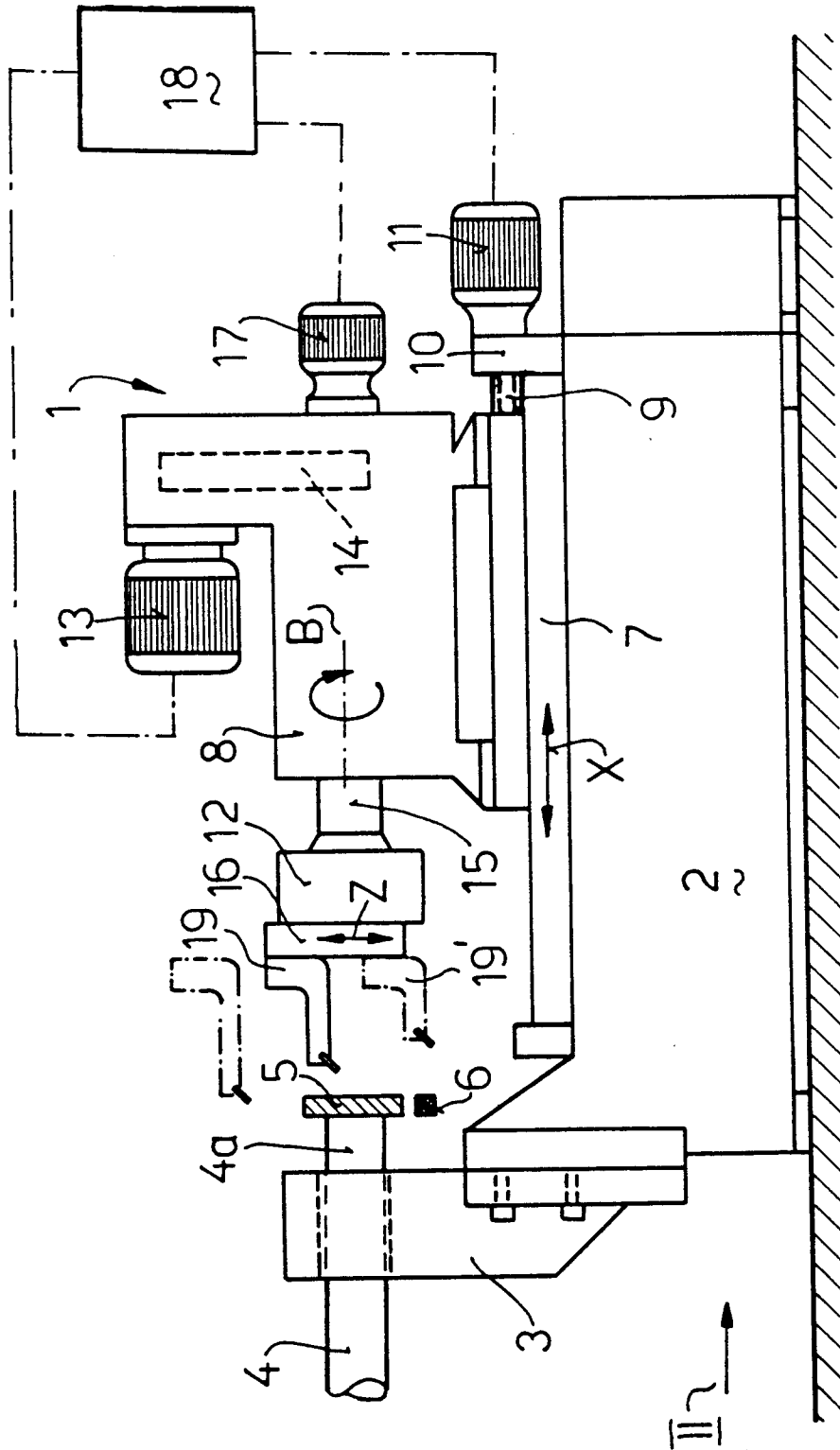


FIG. 1

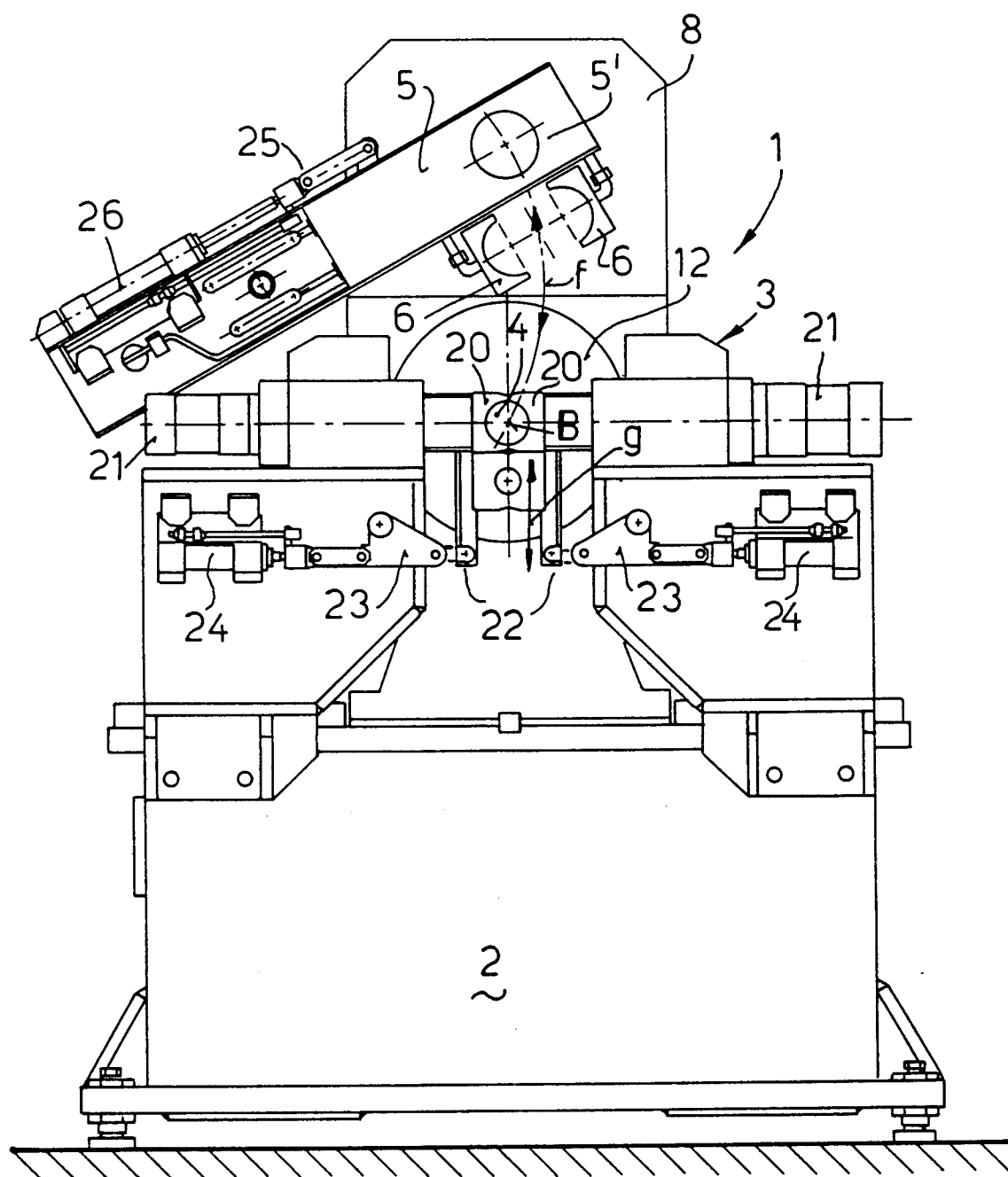


FIG. 2

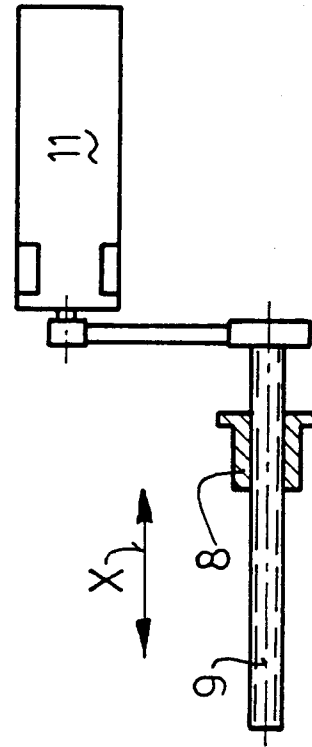
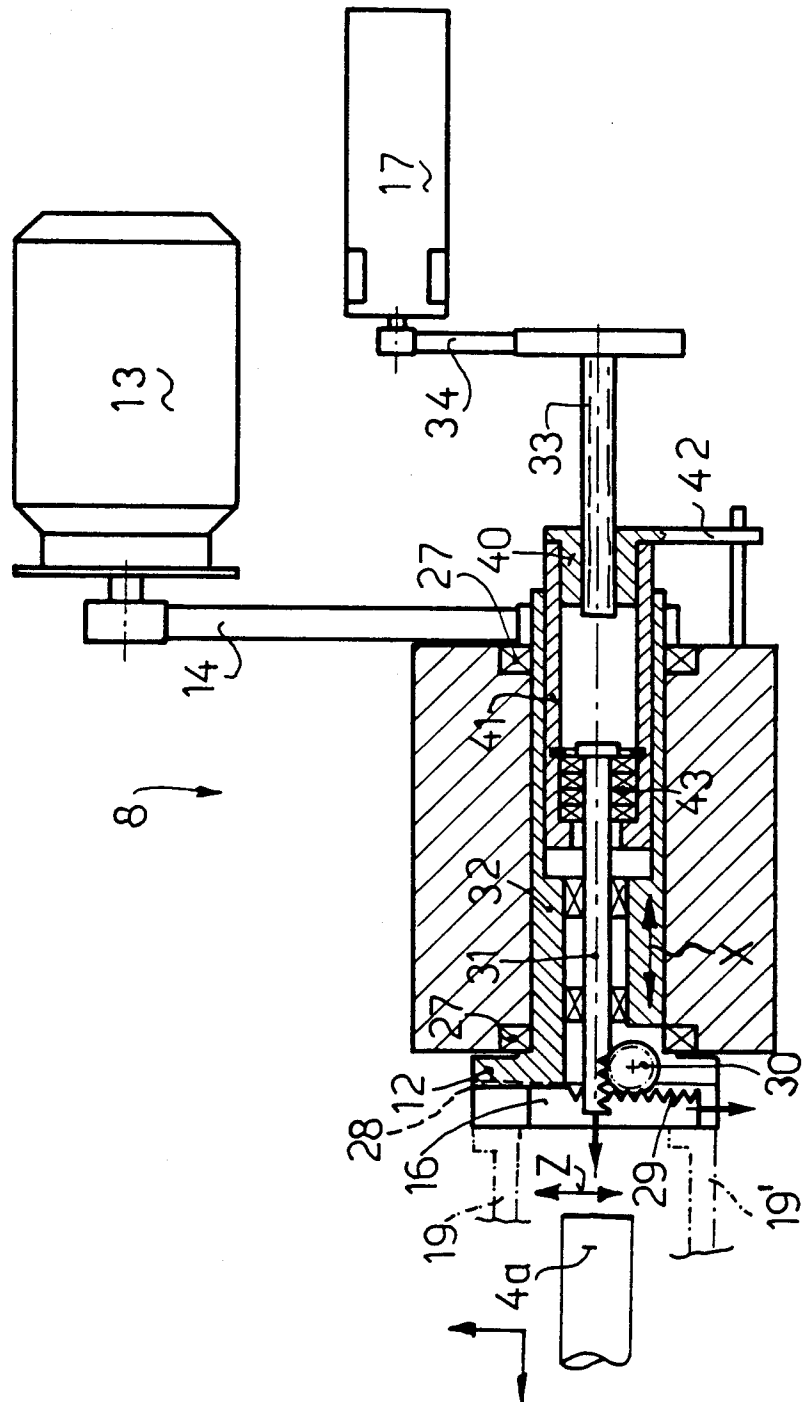


FIG. 3

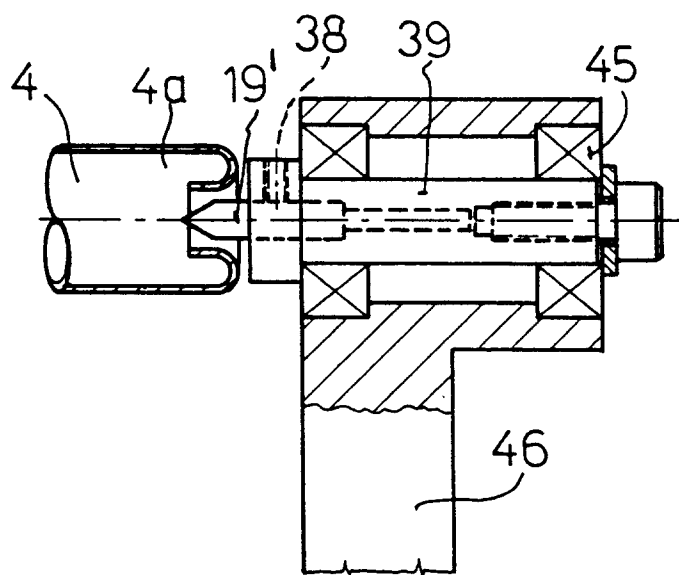


FIG. 5

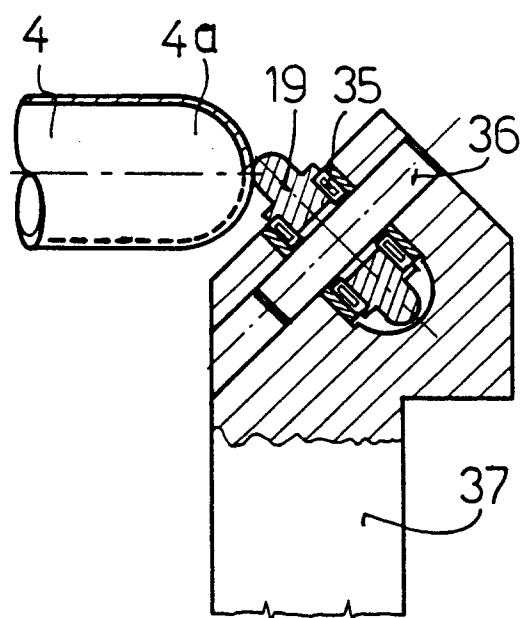
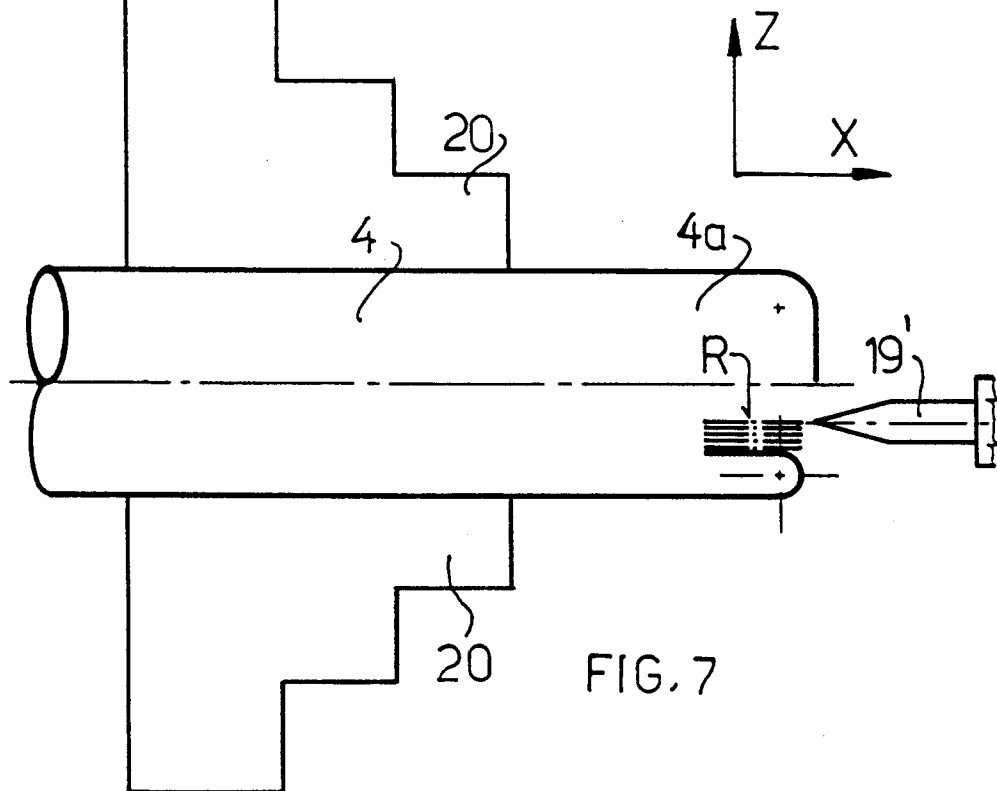
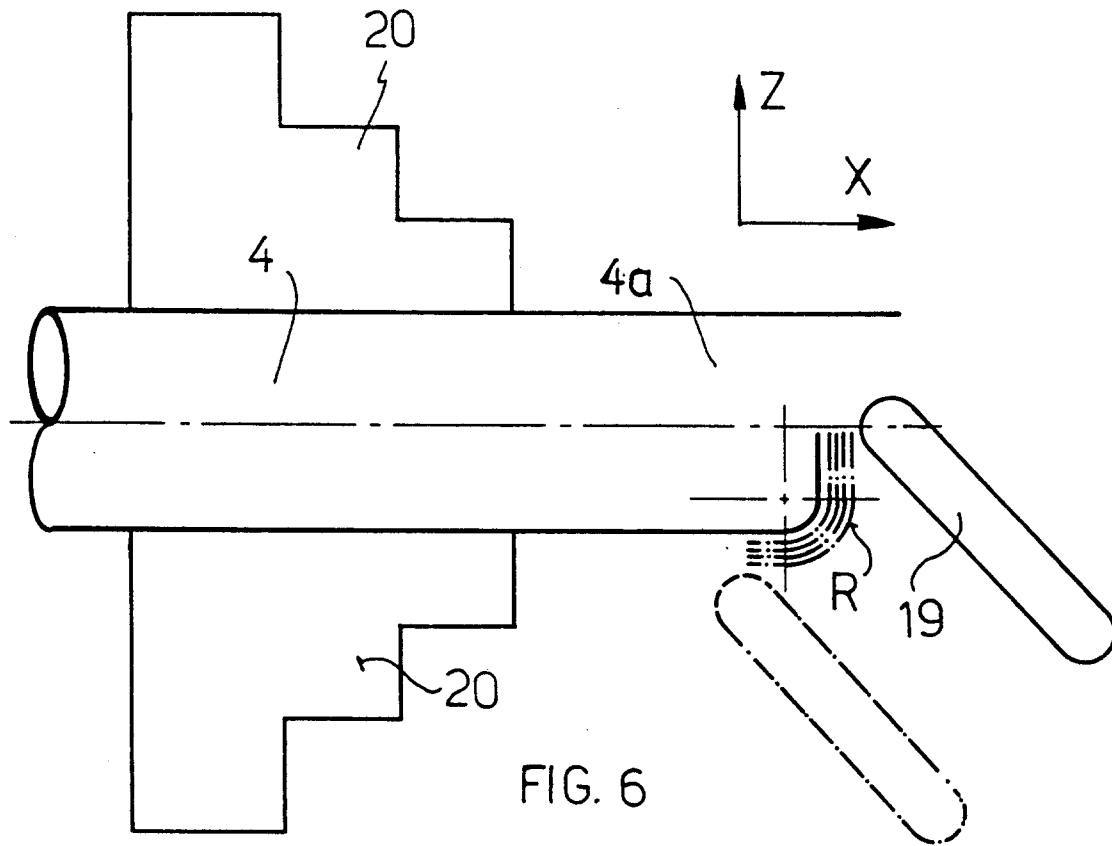


FIG. 4



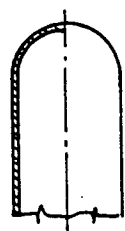


FIG. 8

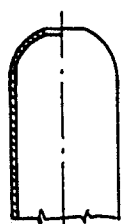


FIG. 9

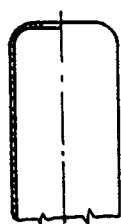


FIG. 10

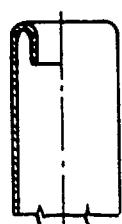


FIG. 11

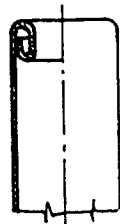


FIG. 12

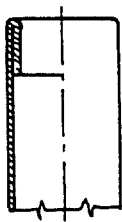


FIG. 13

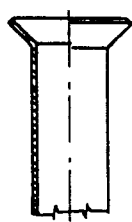


FIG. 14

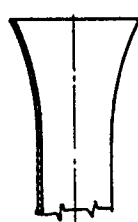


FIG. 15

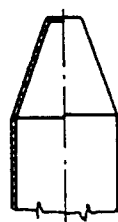


FIG. 16

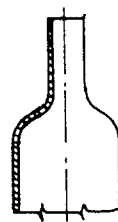


FIG. 17

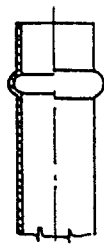


FIG. 18

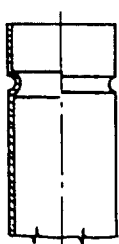


FIG. 19

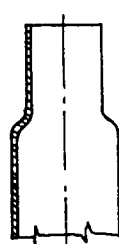


FIG. 20

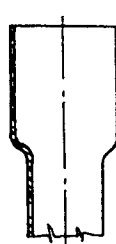


FIG. 21

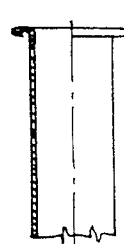


FIG. 22