

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 347 849 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.05.2005 Patentblatt 2005/21

(51) Int Cl.7: **B21H 1/00**, B21D 22/14,
B21C 51/00, B21C 37/16

(21) Anmeldenummer: **01272628.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/012946

(22) Anmeldetag: **08.11.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/053307 (11.07.2002 Gazette 2002/28)

(54) **DRÜCKWALZVERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM DRÜCKWALZEN**

FLOWSPINNING METHOD AND DEVICE FOR CARRYING OUT FLOWSPINNING

PROCEDE DE FLUOTOURNAGE ET DISPOSITIF DE FLUOTOURNAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR IT

(72) Erfinder: **POLLKÖTTER, Günter**
59269 Beckum (DE)

(30) Priorität: **04.01.2001 DE 10100200**
30.03.2001 DE 10115815

(74) Vertreter: **Wunderlich, Rainer, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Weber & Heim
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.10.2003 Patentblatt 2003/40

(73) Patentinhaber: **Leifeld Metal Spinning GmbH**
59229 Ahlen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DD-A- 152 491 DE-A- 3 402 301
US-A- 3 839 892 US-A- 3 992 911

EP 1 347 849 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 Drückwalzverfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zum Drückwalzen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0002] Bei einem gattungsgemäßen Drückwalzverfahren wird ein Rohling auf einem Walzdorn einer Drückwalzmaschine angeordnet, der Rohling relativ zu mindestens einer Drückwalzrolle in Rotation versetzt, die mindestens eine Drückwalzrolle relativ zu dem Rohling zugestellt und der Rohling durch die Drückwalzrolle axial gelängt und zu einem Werkstück drückgewalzt.

[0003] Ein gattungsgemäßes Drückwalzverfahren ist aus der DE-A-34 02 301 bekannt. Bei diesem Verfahren können an der Drückrolle radiale, axiale und tangential Kraftkomponenten gemessen werden. Die ermittelten Messwerte dienen zur Regelung des Drückwalzvorganges.

[0004] Eine gattungsgemäße Vorrichtung zum Drückwalzen weist einen Walzdorn zum Aufnehmen eines Werkstücks, mindestens eine Drückwalzrolle, eine Antriebseinrichtung zum Erzeugen einer Rotation zwischen Werkstück und Drückrolle und eine Steuereinrichtung zum Steuern einer Zustellung relativ zwischen Walzdorn und Drückwalzrolle auf. Eine solche Vorrichtung ist ebenfalls aus der DE-A-34 02 301 bekannt.

[0005] Es kann dabei der Walzdorn rotierend angetrieben werden und die Drückwalzrolle radial und/oder axial an das Werkstück zugestellt werden. Möglich ist aber ebenfalls, dass eine rotierend angetriebene Drückwalzrolle oder eine Mehrzahl von Drückwalzrollen, welche auf einem rotierend angetriebenen Kranz angeordnet sind, radial und/oder axial an einen feststehenden oder ebenfalls rotierend angetriebenen Walzdorn zugestellt werden.

[0006] Derartige Verfahren und Vorrichtungen zum Drückwalzen sind bekannt und werden beispielsweise zum Zylinder-Drückwalzen von rotationssymmetrischen Präzisionshohlteilen eingesetzt.

[0007] Diese bekannten Verfahren zeichnen sich durch besondere Wirtschaftlichkeit aus, was im Wesentlichen begründet ist in der Materialeinsparung aufgrund spanloser Umformung, in der bei der Umformung entstehenden Kaltverfestigung des Materials und in den gegenüber spanenden Verfahren erheblich verkürzten Fertigungszeiten. Darüber hinaus lässt sich mit diesen Verfahren eine Vielfalt von Außenmantelformen herstellen, beispielsweise sind Konturabsätze, Übergangsradien und konische Bereiche möglich.

[0008] Beim Zylinder-Drückwalzen lassen sich Wanddicken-Toleranzen von wenigen hundertstel Millimeter erzielen. Die üblicherweise eingesetzten zylindrischen Rohteile weisen jedoch in der Regel mehrere zehntel Millimeter Dickentoleranzen auf. Durch die individuell unterschiedliche Dicke der Rohlinge ergeben sich somit aufgrund der Volumenkonstanz des umzuformenden Material erhebliche Geometrie-, insbesondere Längen-

unterschiede, am Fertigteil. Es werden deshalb weitere Bearbeitungsschritte, insbesondere spanende Nachbearbeitungen, erforderlich. Dadurch steigen in erheblichem Maß der Maschinen-, Personal-, Zeit- und Materialaufwand und somit die Kosten für die fertigen Präzisionsteile.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit welcher Werkstücke mit besonders hoher Präzision gefertigt werden können.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0011] Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Unteransprüchen beansprucht.

[0012] Ein Verfahren der oben angegebenen Art ist erfindungsgemäß dadurch weitergebildet, dass zum Ausgleich von Maßschwankungen des Rohlings mindestens ein Ausgleichsbereich in das Werkstück eingeformt wird, dass vor und/oder während des Drückwalzens mit einer Messeinrichtung geometrische Daten des Rohlings bzw. des Werkstücks ermittelt werden, dass zur Erzielung einer gewünschten Endgeometrie des Werkstücks die geometrischen Parameter des mindestens einen Ausgleichsbereichs in Abhängigkeit der ermittelten geometrischen Daten individuell errechnet werden und dass mittels einer Steuereinrichtung die Zustellung der Drückwalzrolle entsprechend den errechneten geometrischen Parametern des Ausgleichsbereichs gesteuert wird, so dass unabhängig von Maßschwankungen des Rohlings ein Werkstück mit der gewünschten Endgeometrie geformt wird.

[0013] Als Kernidee der Erfindung kann angesehen werden, dass jeder Rohling in Abhängigkeit der konkret vorliegenden Maßschwankung individuell gefertigt wird. Hierzu werden erfindungsgemäß vor und/oder während des Drückwalzens bestimmte geometrische Daten des Rohlings bzw. des Werkstücks ermittelt. Anschließend wird auf Grundlage dieser geometrischen Daten ein individueller Ausgleichsbereich in das Werkstück eingearbeitet. Es kann somit der bedeutende Vorteil erzielt werden, dass, unabhängig von eventuell vorliegenden Maßschwankungen des Rohlings, das Werkstück immer eine gewünschte Endgeometrie aufweist.

[0014] Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Werkstücke mit so hoher Präzision gefertigt werden können, dass nachfolgende Bearbeitungsschritte, insbesondere spanende Nachbearbeitungen, entfallen können. Hierdurch werden Einsparungen des Zeit-, Personal- und Maschinenaufwands in hohem Umfang ermöglicht.

[0015] Bei einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird der mindestens ein Ausgleichsbereich in einem für eine Funktionalität des Werkstücks unkritischen Bereich des Werkstücks eingearbeitet. Hierdurch

kann der Vorteil erzielt werden, dass die Funktionalität der Werkstücke, unabhängig davon, wie der Ausgleichsbereich jeweils individuell geformt ist, erhalten bleibt.

[0016] Als geometrische Daten können vorzugsweise wenigstens eine axiale Länge des Rohlings bzw. des Werkstücks, insbesondere mehrmals, bestimmt werden. Da die Wanddicke des Werkstücks beim Auswalzen zumeist deutlich reduziert, das Werkstück also stark gelängt wird, hängt die axiale Länge empfindlich von eventuell vorliegenden Maßschwankungen des Rohlings ab, so dass aufgrund dieser Größe die geometrischen Parameter des Ausgleichsbereichs sehr genau bestimmt werden können.

[0017] Unter Zuhilfenahme geeigneter Wegmesssysteme, deren Messdaten von einem Zentralrechner verarbeitet werden, lassen sich also erfindungsgemäß im laufenden Fertigungsprozess auftretende Wanddickentoleranzen beherrschen.

[0018] Es können als geometrische Daten aber auch ein Durchmesser und/oder eine Wanddicke des Rohlings bzw. des Werkstücks bestimmt werden. Dadurch kann die Genauigkeit der Bestimmung der Parameter des Ausgleichsbereichs erhöht werden.

[0019] Neben den geometrischen Daten können weitere Messungen am Rohling bzw. am Werkstück durchgeführt werden. Beispielsweise kann vor, während und/oder nach dem Drückwalzen eine Temperatur des Werkstücks bestimmt werden.

[0020] Darüber hinaus kann während des Drückwalzens auch ein Druck in dem Werkstück, insbesondere in axialer Richtung, ermittelt werden.

[0021] Von Druck und Temperatur hängt die konkrete Geometrie des Werkstücks empfindlich ab, so dass eine Aufzeichnung dieser Parameter eine weitere Steigerung der Fertigungspräzision ermöglicht.

[0022] Vorzugsweise werden dabei die ermittelte Temperatur und/oder der ermittelte Druck der Rechneinrichtung zugeführt und gehen in die Berechnung der geometrischen Parameter des Ausgleichsbereichs ein.

[0023] Bei einer bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Ausgleichsbereich als zylindrischer Bereich und/oder als mindestens ein abgeschrägter Bereich, geformt. Diese Formen sind zum einen in einfacher Weise auf einer Drückwalzmaschine herstellbar und außerdem können die geometrischen Parameter dieser Formen in besonders einfacher Weise errechnet werden.

[0024] Je nach Konstruktion des Werkstückes können aber auch andere, prinzipiell beliebig geformte Ausgleichsbereiche realisiert werden.

[0025] Wenn die Maßschwankungen der Rohlinge besonders groß sind, kann vorgesehen sein, dass mehrere Ausgleichsbereiche in das Werkstück eingearbeitet werden. Dies kann außerdem vorteilhaft sein, wenn erwünscht ist, dass die Variation von geometrischen Parametern eines Ausgleichsbereichs von Werkstück zu Werkstück nicht zu groß sein sollte.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren kann als Gleichlauf- und auch als Gegenlaufverfahren durchgeführt werden.

[0027] Eine Vorrichtung der oben angegebenen Art ist erfindungsgemäß dadurch weitergebildet, dass mindestens eine Messeinrichtung zur Bestimmung von geometrischen Daten des Werkstücks vorgesehen ist, dass die Messeinrichtung mit einer Rechneinrichtung verbunden ist, die zum Errechnen von geometrischen Parametern eines Ausgleichsbereichs ausgelegt ist, welcher zum individuellen Ausgleich von Maßschwankungen des Rohlings in das Werkstück eingearbeitet wird, und dass mittels der Steuereinrichtung die Zustellung der Drückwalzrolle steuerbar ist, so dass der Ausgleichsbereich des Werkstücks in Abhängigkeit der von der Rechneinrichtung individuell errechneten geometrischen Parameter ausgebildet ist.

[0028] Die Vorrichtung, die auch als Drückwalzmaschine bezeichnet werden kann, kann dabei bahn- und/oder druckgesteuert betrieben werden. Mit Hilfe der NC-Technik lassen sich bahngebende Drückwalzoperationen sowie die exakte Positionierung der Drückwalzrollen in der Längs- und Querachse realisieren.

[0029] Vorzugsweise weist die Messeinrichtung mindestens einen Wegaufnehmer auf. Hierbei kann es sich um einen optischen, akustischen und/oder einen Sensor zur Ermittlung der elektrischen Leitfähigkeit handeln.

[0030] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind mehrere Wegaufnehmer vorgesehen, welche insbesondere axial voneinander beabstandet angeordnet sind. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise eine mehrmalige Bestimmung, beispielsweise einer axialen Länge des Werkstück, im Verlauf des Drückwalzverfahrens.

[0031] Zur Erhöhung der Informationsgrundlage für die Berechnung der geometrischen Parameter des Ausgleichsbereichs kann aber auch vorgesehen sein, dass die Messeinrichtung einen Sensor zur Bestimmung eines Durchmessers des Werkstücks und/oder einer Wandstärke des Werkstücks aufweist.

[0032] Außerdem können Messgeräte oder -sensoren zur Ermittlung weiterer physikalischer Größen vorgesehen sein, so dass das Werkstück noch genauer charakterisiert und das Fertigungsverfahren unter noch besser definierten Bedingungen durchgeführt werden kann.

[0033] Beispielsweise kann zur Bestimmung einer Temperatur des Werkstücks ein Temperatursensor oder es kann zur Bestimmung eines Drucks in dem Werkstück, insbesondere in einer axialen Richtung, ein Drucksensor vorgesehen sein.

[0034] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert.

[0035] In diesen Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine axiale Querschnittsansicht eines Rohlings;
- Fig. 2 bis 4 axiale Querschnittsansichten von Werkstücken, welche aus Rohlingen mit unterschiedlichen Maßschwankungen drückgewalzt wurden;
- Fig. 5 bis 7 axiale Querschnittsansichten von Werkstücken mit individuell ausgebildeten Ausgleichsbereichen;
- Fig. 8 bis 10 axiale Querschnittsansichten von weiteren Werkstücken mit individuell ausgebildeten Ausgleichsbereichen;
- Fig. 11 schematische Teilquerschnittsansichten eines Rohlings bzw. eines Werkstücks sowie einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in unterschiedlichen Stadien des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 12 schematische Teilquerschnittsansichten eines weiteren Rohlings bzw. eines weiteren Werkstücks sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus Fig. 11 in unterschiedlichen Stadien des erfindungsgemäßen Verfahrens; und
- Fig. 13 schematische Teilquerschnittsansichten eines weiteren Rohlings bzw. eines weiteren Werkstücks sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus Fig. 11 in unterschiedlichen Stadien des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0036] Figur 1 zeigt eine axiale Querschnittsansicht eines röhrenförmigen Rohlings 12 mit einer axialen Länge L_0 , einem Innendurchmesser d_i , einem Außendurchmesser d_a und mit einer Wandstärke S_0 . Die in den Figuren angegebenen Bemaßungen sind jeweils in Millimetern zu verstehen.

[0037] Die Wandstärke S_0 des Rohlings 12 weist eine Toleranz von $\pm 0,12$ mm auf.

[0038] Wie anhand der folgenden Figuren 2 bis 4 dargestellt wird, wirkt sich diese Toleranz in drastischer Weise auf eine axiale Länge L_1 eines fertiggestellten Werkstücks 14 aus.

[0039] Figur 2 zeigt in einer axialen Querschnittsansicht ein aus einem Rohling 12 in einer axialen Richtung Z ausgewalztes Werkstück 14. Die Wandstärke S_0 des dabei verwendeten Rohlings 12 lag an der unteren Grenze des Toleranzbereichs aus Figur 1.

[0040] In den Figuren 3 und 4 sind in axialen Querschnittsansichten weitere Werkstücke 14 dargestellt, bei welchen die Wandstärke S_0 der verwendeten Rohlinge 12 in der Mitte bzw. am oberen Rand des Toleranz-

bereichs aus Figur 1 lagen.

[0041] Den Figuren 2 bis 4 kann sehr anschaulich entnommen werden, dass sich individuell vorliegende Maßschwankungen der Rohlinge 12, im hier gezeigten Fall die Schwankung der Wandstärke S_0 , sehr stark auf die Geometrie, etwa auf die axiale Länge L_1 der ausgewalzten Werkstücke 14 auswirken. Beispielsweise unterscheidet sich die axiale Länge L_1 des Werkstücks 14 aus Figur 2 im Vergleich zum Werkstück aus Figur 4 um knapp 8%.

[0042] In den Figuren 5 bis 7 sind in axialen Querschnittsansichten Werkstücke 14 dargestellt, bei welchen in einem für eine Funktionalität des Werkstücks 14 unkritischen Bereich erfindungsgemäß Ausgleichsbereiche 26 jeweils individuell eingearbeitet wurden.

[0043] Die Ausgleichsbereiche 26 weisen jeweils einen zylindrischen Bereich A sowie einen als Auslaufschräge X_1 , X_2 , X_3 ausgebildeten abgeschrägten Bereich auf. Alle Werkstücke 14 der Figuren 5 bis 7 weisen einen identisch ausgebildeten zylindrischen Bereich L zwischen dem in den Figuren 5 bis 7 rechten Ende des Werkstücks 14 und dem Ausgleichsbereich 26 auf. Weiterhin ist bei den Werkstücken 14 der Figuren 5 bis 7 ein zylindrischer Bereich A mit einer identischen axialen Länge und einer identischen Wandstärke S_2 ausgebildet.

[0044] Zum Ausgleich von Maßschwankungen des jeweils verwendeten Rohlings 12 sind die Auslaufschrägen X_1 , X_2 , X_3 , welche sich ausgehend von Punkt Y an den zylindrischen Bereich A anschließen, individuell ausgebildet.

[0045] Für das Werkstück 14 aus Figur 6 wurde ein Rohling 12 verwendet, bei welchem die Wandstärke S_0 in der Mitte des Toleranzbereichs aus Figur 1 lag. Die Werkstücke 14 in Figur 5 und 7 wurden dagegen aus Rohlingen 12 mit Wandstärken S_0 am oberen bzw. am unteren Ende des Toleranzbereichs aus Figur 1 drückgewalzt.

[0046] Entsprechend der oberhalb des Mittelwerts liegenden Wandstärke S_0 des verwendeten Rohlings 12 weist das Werkstück 14 aus Figur 5 eine gegenüber der axialen Ausdehnung der Auslaufschräge X_2 aus Figur 6 verkürzte Auslaufschräge X_1 auf. Analog ist die Auslaufschräge X_3 des Werkstücks 14, für welches ein Rohling mit einer unter dem Mittelwert liegenden Wandstärke S_0 verwendet wurde, gegenüber X_2 verlängert.

[0047] Um eine Fertigungslänge L_1 der Werkstücke 14 trotz der auftretenden Maßschwankungen der Rohlinge 12 konstant zu halten, werden also erfindungsgemäß Ausgleichsbereiche 26, die auch als Toleranzausgleichsbereiche bezeichnet werden können, bei der Fertigung oder Konstruktion der Werkstücke 14 oder Fertigungsteile berücksichtigt. In diesen Ausgleichsbereichen 26 werden Toleranzunterschiede entsprechend ihrer Auswirkung auf die Fertigungslänge L_1 durch Messen während des Umformprozesses berücksichtigt.

[0048] Auch kann eine nachfolgende mechanische

Bearbeitung an den Öffnungsdurchmessern genau in der axialen Gesamtlänge L1 mit berücksichtigt werden.

[0049] Bei den in den Figuren 5, 6 und 7 dargestellten Auslaufschrägen X1, X2, X3 wird am Punkt Y, welcher immer den gleichen Abstand zum rechten Öffnungsdurchmesser besitzt, eine Messung am abgestreckten Teil vorgenommen. Unter Berücksichtigung des Verfahrensweges einer Spindel in Z-Richtung errechnet ein Rechner über eine Volumengleichung die Ist-Abweichung und legt somit die axiale Ausdehnung der Auslaufschrägen X1, X2, X3 fest.

[0050] Der verwendeten Volumengleichung liegt dabei die Volumenkonstanz des umgeformten Materials sowie die Konstanz des Innendurchmessers des Werkstücks zugrunde.

[0051] Im Ergebnis werden durch die erfindungsgemäße Einarbeitung von individuell ausgebildeten Ausgleichsbereichen 26 Werkstücke 14 mit identischen axialen Längen L1 erzielt.

[0052] Weitere Beispiele von individuell angepassten Ausgleichsbereichen 26 sind in den Figuren 8 bis 10 dargestellt. Hier sind wiederum Werkstücke 14 in axialen Querschnittsansichten gezeigt, welche ausgehend von Rohlingen 12 mit unterschiedlicher Wanddicke so mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gefertigt wurden.

[0053] Wie in Figur 5 bis 7 weisen die Werkstücke 14 jeweils identische zylindrische Bereiche L auf, an die sich jeweils individuell ausgebildete Ausgleichsbereiche 26 anschließen. Die Ausgleichsbereiche 26 bestehen wiederum jeweils aus einem zylindrischen Bereich A1, A2, A3 sowie einer sich daran nach Punkt Y anschließenden Auslaufschräge X1, X2 und X3.

[0054] Im Unterschied zu den Werkstücken 14 der Figuren 5 bis 7 wurden bei den Werkstücken 14 der Figuren 8 bis 10 sowohl die Auslaufschrägen X1, X2, X3 als auch die zylindrischen Bereiche A1, A2, A3 der Ausgleichsbereiche 26 individuell an die jeweils vorliegende Maßschwankung des verwendeten Rohlings 12 angepasst.

[0055] Auch hier werden identische axialen Längen L1 der fertiggestellten Werkstücke 14 erzielt.

[0056] An Beispielen zur Herstellung von gewichtsoptimierten Rädern, die im Gegenlauf-Drückwalzverfahren hergestellt werden, wird die Erfindung in den Figuren 11, 12 und 13 weiter erläutert.

[0057] Beim Gegenlauf-Drückwalzen wird ein Rohling 12, bei welchem es sich um einen Büchsen- oder Rohrabschnitt handeln kann, über einen Walzdorn 16 bis zu einer Einspannstelle geschoben und dort von einem Mitnahmering 42 erfasst, der mit gehärteten Zähnen versehen sein kann.

[0058] Eine Axialkraft einer oder mehrerer Drückwalzrollen 18 presst den Rohling 12 auf ein Zahnsegment und versetzt ihn hierdurch in eine Drehbewegung. Der Werkstoff fließt bei der Umformung unter den Drückwalzrollen 18 durch in Richtung des freien Walzendornes und hierüber hinaus in einen freien Arbeits-

raum der Maschine. Längsvorschub und Fließrichtung sind einander also entgegengerichtet.

[0059] Gleichwohl kann diese Erfindung für Drück- und andere Drückwalzoperationen eingesetzt werden. Auch Kombinationen von Längen-, Durchmesser-, Druck- und Temperaturmessungen sind je nach Anwendungsfall möglich.

[0060] In den Figuren 11, 12 und 13 sind Teile einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie in Teilquerschnittsansichten Rohlinge 12 und Werkstücke 14 in verschiedenen Stadien des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die Rohlinge 12 der Figuren 11, 12 und 13 weisen dabei jeweils unterschiedliche Wanddicken auf.

[0061] Identische Komponenten sind jeweils mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0062] Die Teilquerschnittsansichten zu Verfahrensschritt 1 zeigen jeweils einen auf einem Walzdorn 16 angeordneten Rohling 12, der mit einem Mitnahmering 42 in Anschlag kommt. Es wird sodann der Walzdorn 16 rotierend angetrieben und mehrere Drückwalzrollen 18, von denen eine beispielhaft dargestellt ist, werden radial an den Rohling 12 zugestellt.

[0063] Die axiale Zustellung erfolgt durch Verfahren des Walzdorns in Z-Richtung.

[0064] Zur Ermittlung der axialen Länge des Werkstücks in verschiedenen Stadien des erfindungsgemäßen Verfahrens sind an der Vorrichtung mehrere Wegaufnehmer 46, 48, 50, 52 vorgesehen. Diese Wegaufnehmer 46, 48, 50, 52, bei welchen es sich insbesondere um optische Sensoren handeln kann, sind axial voneinander beabstandet an Positionen Z1, Z2, Z3, Z4 angeordnet.

[0065] Zunächst wird mit Hilfe der Drückwalzrollen 18 in das Werkstück 14 ein Bereich 28 mit reduzierter Wanddicke eingearbeitet. Durch diesen Bereich 28 wird zusammen mit einem später einzuförmenden Ausgleichsbereich 26 beim fertigen Werkstück 14 eine annähernd symmetrische Massenverteilung erzielt.

[0066] Anhand der von den Wegaufnehmern 46, 48, 50, 52 im Verlauf des Drückwalzens ermittelten axialen Längen des Werkstücks 14 werden erfindungsgemäß die geometrischen Parameter eines Ausgleichsbereichs 26 individuell errechnet und die Drückwalzrollen 18 werden entsprechend der errechneten Parameter axial und radial an das Werkstück 14 zugestellt.

[0067] Insgesamt wird beim Auswalzen des Rohlings 12 zum fertigen Werkstück 14 der Mitnahmering 42 um einen Gesamtverfahrweg in Z-Richtung 44 gegenüber der Drückwalzrolle 18 zugestellt.

[0068] Im Verfahrensschritt 1 wird die Drückwalzrolle 18 in einem Abstand von 32,3 mm vom rechten Öffnungsdurchmesser angesetzt. In Schritt 2 wird eine erste Anlaufschräge des Bereichs 28 ausgebildet.

[0069] In Schritt 3 befindet sich die Drückwalzrolle 18 in einem zylindrischen Abschnitt des Bereichs 28, wobei im Abstand von 63,87 mm von der Drückwalzrolle 18 an der Position Z1 der Wegaufnehmer 46 als erste Mess-

stelle angeordnet ist. Anschließend wird eine Auslaufschräge des Bereichs 28 in das Werkstück 14 eingeformt.

[0070] In Schritt 4 ist eine Auslaufschräge von 8,18 mm Länge fertig eingeformt. In Schritt 5 hat das Werkstück 14 den an der Position Z2 angeordneten zweiten Wegaufnehmer 48 erreicht. Im Abstand von 98,7 mm beginnt eine erste Einlaufschräge eines Ausgleichsbereichs 26 bis auf einen Wanddickenquerschnitt von 1,92 mm.

[0071] In Schritt 6 hat das Werkstück 14 den dritten Wegaufnehmer 50 an der Position Z3 erreicht, welcher sich in einem Abstand von 167,9 mm von der Drückwalzrolle 18 befindet. Es wird nun von einem Rechner basierend auf dem gemessenen Fahrweg in Z-Richtung und unter Berücksichtigung der Messdaten des Wegaufnehmers 50 an der Position Z3 über die Volumengleichung die Parameter für eine Auslaufschräge des Ausgleichsbereichs 26 ermittelt, um eine Gesamtwerkstücklänge von 204,5 mm zu erreichen. Gleichzeitig wird aus der ermittelten Daten die Position Z4 eines vierten, variabel positionierbaren Wegaufnehmers 52 eingestellt.

[0072] Mit Hilfe des vierten Wegaufnehmers 52 an der Position Z4 kann eine gewünschte axiale Endlänge des fertiggestellten Werkstücks 14 verifiziert werden.

[0073] In Schritt 7 ist beim Erreichen des vierten Wegaufnehmers 52 an der Position Z4 der Drückwalzvorgang beendet und das Werkstück 14 hat seine gewünschte Länge von 204,5 mm erreicht.

[0074] In den Figuren 12 und 13 ist das erfindungsgemäße Verfahren in analoger Weise wie in Figur 11 für Rohlinge 12 mit unterschiedlichen Maßschwankungen dargestellt. Die Verfahrensschritte 1 bis 8 der Figuren 12 und 13 entsprechen denjenigen der Figur 11, weshalb auf eine detaillierte Beschreibung hier verzichtet wird.

[0075] Für die verschiedenen Rohlinge 12 der Figuren 11, 12 und 13, die jeweils unterschiedliche Ausgangsmaße aufweisen, werden im Ergebnis wiederum Werkstücke 14 mit identischer axialer Länge erzielt.

Patentansprüche

1. Drückwalzverfahren, bei welchem

- ein Rohling (12) auf einem Walzdorn (16) einer Drückwalzmaschine angeordnet wird,
- der Rohling (12) relativ zu mindestens einer Drückwalzrolle (18) in Rotation versetzt wird,
- die mindestens eine Drückwalzrolle (18) relativ zu dem Rohling (12) zugestellt wird und
- der Rohling (12) durch die Drückwalzrolle (18) axial gelangt und zu einem Werkstück (14) drückgewalzt wird,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** zum Ausgleich von Maßschwankungen des Rohlings (12) mindestens ein Ausgleichsbereich (26) in das Werkstück (14) eingeformt wird,
- **dass** vor und/oder während des Drückwalzens mit einer Messeinrichtung geometrische Daten des Rohlings (12) bzw. des Werkstücks (14) ermittelt werden,
- **dass** zur Erzielung einer gewünschten Endgeometrie des Werkstücks (14) die geometrischen Parameter des mindestens einen Ausgleichsbereichs (26) in Abhängigkeit der ermittelten geometrischen Daten individuell errechnet werden und
- **dass** mittels einer Steuereinrichtung die Zustellung der Drückwalzrolle (18) entsprechend den errechneten geometrischen Parametern des Ausgleichsbereichs (26) gesteuert wird, so dass unabhängig von Maßschwankungen des Rohlings (12) ein Werkstück (14) mit der gewünschten Endgeometrie geformt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der mindestens eine Ausgleichsbereich (26) in einem für eine Funktionalität des Werkstücks (14) unkritischen Bereich des Werkstücks (14) eingearbeitet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass als geometrische Daten wenigstens eine axiale Länge (L0; L1) des Rohlings (12) bzw. des Werkstücks (14), insbesondere mehrmals, bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass als geometrische Daten ein Durchmesser (da) und/oder eine Wanddicke (S0; S1) des Rohlings (12) bzw. des Werkstücks (14) bestimmt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass vor, während und/oder nach dem Drückwalzen eine Temperatur des Werkstücks (14) bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass während des Drückwalzens ein Druck in dem Werkstück (14), insbesondere in axialer Richtung (Z), ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die ermittelte Temperatur und/oder der ermittelte Druck der Rechneinrichtung zugeführt wer-

den und
in die Berechnung der geometrischen Parameter
des Ausgleichsbereichs (26) eingehen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ausgleichsbereich (26) als zylindrischer
Bereich (A; A1; A2; A3) und/oder als mindestens
ein abgeschrägter Bereich (X1; X2; X3) geformt
wird. 5 10

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Ausgleichsbereiche (26) in das
Werkstück (14) eingearbeitet werden. 15

10. Vorrichtung zum Drückwalzen mit

- einem Walzdorn (16) zum Aufnehmen eines
Werkstücks (14), 20
- mindestens einer Drückwalzrolle (18),
- einer Antriebseinrichtung zum Erzeugen einer
Rotation zwischen Werkstück (14) und Drück-
walzrolle (18) und
- einer Steuereinrichtung zum Steuern einer Zu-
stellung relativ zwischen Walzdorn (16) und
Drückwalzrolle (18), 25

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** mindestens eine Meßeinrichtung zur Be-
stimmung von geometrischen Daten des Werk-
stücks (14) vorgesehen ist, 30
- **dass** die Meßeinrichtung mit einer Rechnein-
richtung verbunden ist, die zum Errechnen von
geometrischen Parametern eines Ausgleichs-
bereichs (26) ausgelegt ist, welcher zum indi-
viduellen Ausgleich von Maßschwankungen
des Rohlings (12) in das Werkstück (14) einge-
arbeitet wird, und 35 40
- **dass** mittels der Steuereinrichtung die Zustel-
lung der Drückwalzrolle (18) steuerbar ist, so
dass der Ausgleichsbereich (26) des Werk-
stücks (14) in Abhängigkeit der von der Rech-
nereinrichtung individuell errechneten geome-
trischen Parameter ausgebildet ist. 45

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messeinrichtung mindestens einen Weg-
aufnehmer (46, 48, 50, 52) aufweist. 50

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Wegaufnehmer (46, 48, 50, 52) vor-
gesehen sind, welche insbesondere axial vonein-
ander beabstandet angeordnet sind. 55

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messeinrichtung einen Sensor zur Bestim-
mung eines Durchmessers des Werkstücks (14)
und/oder
einer Wandstärke (S1) des Werkstücks (14) auf-
weist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Bestimmung einer Temperatur des Werk-
stücks (14) ein Temperatursensor vorgesehen ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Bestimmung eines Drucks in dem Werk-
stück (14), insbesondere in einer axialen Richtung
(Z), ein Drucksensor vorgesehen ist.

Claims

1. Flow-forming method, in which

- a blank (12) is placed on a rolling mandrel (16)
of a flow-forming machine,
- the blank (12) is rotated relative to at least one
flow-forming roll (18),
- the at least one flow-forming roll (18) is infed
relative to the blank (12) and
- the blank (12) is axially lengthened by the flow-
forming roll (18) and flow-formed to a workpiece
(14),

characterized in that

- for compensating dimensional variations of the
blank (12) at least one compensating area (26)
is worked into the workpiece (14),
- before and/or during flow-forming a measuring
device determines geometrical data of the
blank (12) and/or workpiece (14),
- for obtaining a desired final geometry of the
workpiece (14), the geometrical parameters of
the at least one compensating area (26) are in-
dividually calculated as a function of the geo-
metrical data determined and
- by means of a control device the infeed of the
flow-forming roll (18) is controlled in accord-
ance with the calculated geometrical parame-
ters of the compensating area (26), so that a
workpiece (14) with the desired final geometry
can be formed independently of dimensional
variations of the blank (12).

2. Method according to claim 1,
characterized in that
the at least one compensating area (26) is worked

into an area of the workpiece (14) non-critical for the functionality of the latter.

3. Method according to one of the claims 1 or 2, **characterized in that**

as geometrical data determination takes place of at least one axial length (L0; L1) of the blank (12) and/or workpiece (14), more particularly several times.

4. Method according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that**

as geometrical data determination takes place of a diameter (da) and/or a wall thickness (S0; S1) of the blank (12) and/or workpiece (14).

5. Method according to one of the claims 1 to 4, **characterized in that**

before, during and/or after flow-forming a temperature of the workpiece (14) is determined.

6. Method according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that**

during flow-forming a pressure is determined in the workpiece (14), particularly in the axial direction (Z).

7. Method according to one of the claims 5 or 6, **characterized in that**

the determined temperature and/or pressure is supplied to the computer means and enters the calculation of the geometrical parameters of the compensating area (26).

8. Method according to one of the claims 1 to 7, **characterized in that**

the compensating area (26) is formed as a cylindrical area (A; A1; A2; A3) and/or at least one bevelled area (X1; X2, X3).

9. Method according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that**

several compensating areas (26) are worked into the workpiece (14).

10. Apparatus for flow-forming having

- a rolling mandrel (16) for receiving a workpiece (14),
- at least one flow-forming roll (18),
- a driving device for producing a rotation between workpiece (14) and flow-forming roll (18) and
- a control device for controlling an infeed of relative nature between rolling mandrel (16) and flow-forming roll (18),

characterized in that

- at least one measuring device is provided for

determining geometrical data of the workpiece (14),

- the measuring device is connected to a computer means designed for calculating the geometrical parameters of a compensating dimensional variations of the blank (12) and
- by means of the control device the infeed of the flow-forming roll (18) can be controlled, so that the compensating area (26) of the workpiece (14) is constructed as a function of the geometrical parameters individually calculated by the computer means.

11. Apparatus according to claim 10,

characterized in that

the measuring device has at least one displacement transducer (46, 48, 50, 52).

12. Apparatus according to claim 11,

characterized in that

several displacement transducers (46, 48, 50, 52) are provided and are in particular arranged in axially spaced manner.

13. Apparatus according to one of the claims 10 to 12, **characterized in that**

the measuring device has a sensor for determining a diameter of the workpiece (14) and/or a wall thickness (S1) of the workpiece (14).

14. Apparatus according to one of the claims 10 to 13, **characterized in that**

a temperature sensor is provided for determining a temperature of the workpiece (14).

15. Apparatus according to one of the claims 10 to 14, **characterized in that**

a pressure sensor is provided for determining a pressure in the workpiece (14), particularly in an axial direction (Z).

Revendications

1. Procédé de fluotournage, dans lequel

- une ébauche (12) est placée sur un mandrin de tournage (16) d'une machine de fluo tournage,
- l'ébauche (12) est mise en rotation relativement par au moins un rouleau de fluo tournage (18),
- le rouleau de fluotournage (18) au nombre d'au moins un est approché relativement de l'ébauche (12), et
- l'ébauche (12) est coupée axialement en longueur par le rouleau de fluotournage (18) et est fluotournée en une pièce (14),

caractérisé

- **en ce que** pour compenser des fluctuations de dimension de l'ébauche (12), au moins une zone de compensation (26) est formée dans la pièce (14),
 - **en ce qu'**avant et/ou pendant le fluotournage, des données géométriques de l'ébauche (12) ou bien de la pièce (14) sont relevées avec un dispositif de mesure, 5
 - **en ce que** pour obtenir une géométrie finale souhaitée de la pièce (14), les paramètres géométriques de la zone de compensation (26) au nombre d'au moins une sont calculés individuellement en fonction des données géométriques relevées, et 10
 - **en ce qu'**au moyen d'un dispositif de commande, l'approche du rouleau de fluo tournage (18) est commandée suivant les paramètres géométriques calculés de la zone de compensation (26), de telle sorte qu'indépendamment de fluctuations de dimensions de l'ébauche (12), une pièce (14) présentant la géométrie finale souhaitée est formée. 15
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** au moins une zone de compensation (26) est ménagée dans une zone de la pièce (14) non critique pour la fonction de la pièce (14). 25
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, comme données géométriques, on relève au moins une longueur axiale (L0 ; L1) de l'ébauche (12) ou bien de la pièce (14), en particulier plusieurs fois. 30 35
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, comme données géométriques, on relève un diamètre (da) et/ou une épaisseur (S0; S1) de paroi de l'ébauche (12) ou bien de la pièce (14). 40
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'** avant, pendant et/ou après le fluotournage, on relève une température de la pièce (14). 45
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**, pendant le fluotournage, on relève une pression dans la pièce (14), en particulier dans la direction axiale (Z). 50 55
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6,
- caractérisé en ce que** la température relevée et/ou la pression relevée est envoyée au dispositif de calcul et entre dans le calcul des paramètres géométriques de la zone de compensation (26).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la zone de compensation (26) est formée d'une zone cylindrique (A ; A1 ; A2 ; A3) et/ou d'au moins une zone biseautée (X1 ; X2 ; X3).
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** plusieurs zones de compensation (26) sont ménagées dans la pièce (14).
10. Dispositif de fluotournage avec
- un mandrin de tournage (16) destiné à recevoir une pièce (14),
 - au moins un rouleau de fluotournage (18),
 - un dispositif d'entraînement destiné à produire une rotation entre la pièce (14) et le rouleau de fluotournage (18), et
 - un dispositif de commande destiné à commander une approche relative entre le mandrin de tournage (16) et le rouleau de fluotournage (18),
- caractérisé**
- **en ce qu'**au moins un dispositif de mesure est prévu pour relever des données géométriques de la pièce (14),
 - **en ce que** le dispositif de mesure est relié à un dispositif de calcul qui est conçu pour calculer des paramètres géométriques d'une zone de compensation (26), qui est ménagée dans la pièce (14) pour compenser individuellement des fluctuations de dimension de l'ébauche (12), et
 - **en ce qu'**au moyen du dispositif de commande, l'approche du rouleau de fluotournage (18) peut être commandée, de telle sorte que la zone de compensation (26) de la pièce (14) est réalisée en fonction des paramètres géométriques calculés individuellement par le dispositif de calcul.
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif de mesure présente au moins un capteur de déplacement (46, 48, 50, 52).
12. Dispositif selon la revendication 11,

caractérisé en ce que

plusieurs capteurs de déplacement (46, 48, 50, 52) sont prévus, qui sont en particulier espacés axialement les uns des autres.

5

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 12,

caractérisé en ce que

le dispositif de mesure présente un capteur pour relever un diamètre de la pièce (14) et/ou une épaisseur de paroi (S1) de la pièce (14).

10

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13,

caractérisé en ce qu'

un capteur de température est prévu pour relever une température de la pièce (14).

15

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 14,

20

caractérisé en ce qu'

un capteur de pression est prévu pour relever une pression dans la pièce (14), en particulier dans une direction axiale (Z).

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

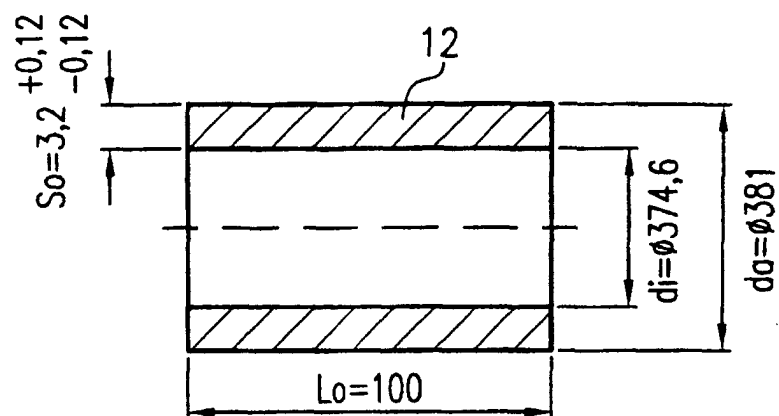


FIG.2

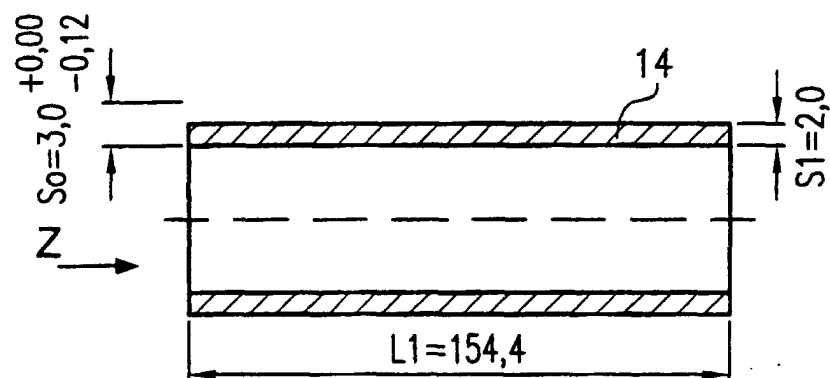


FIG.3

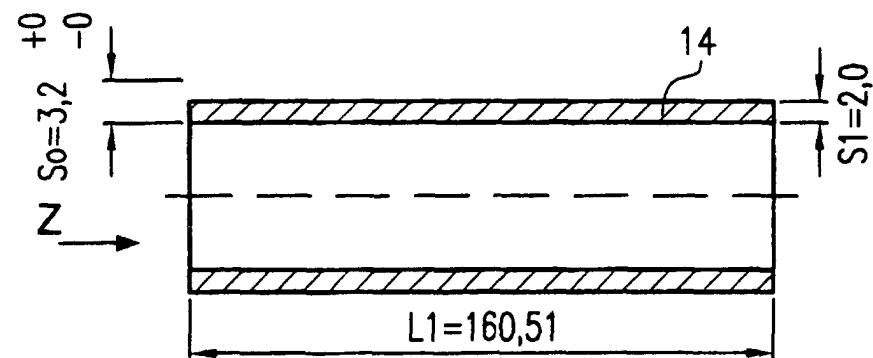


FIG.4

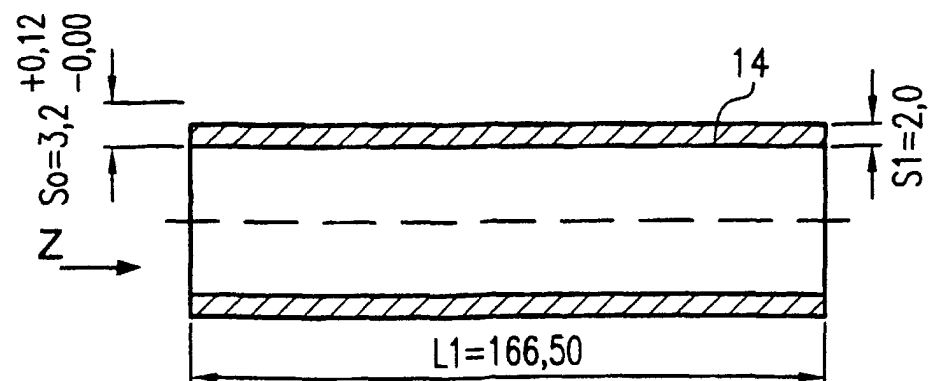


FIG.5

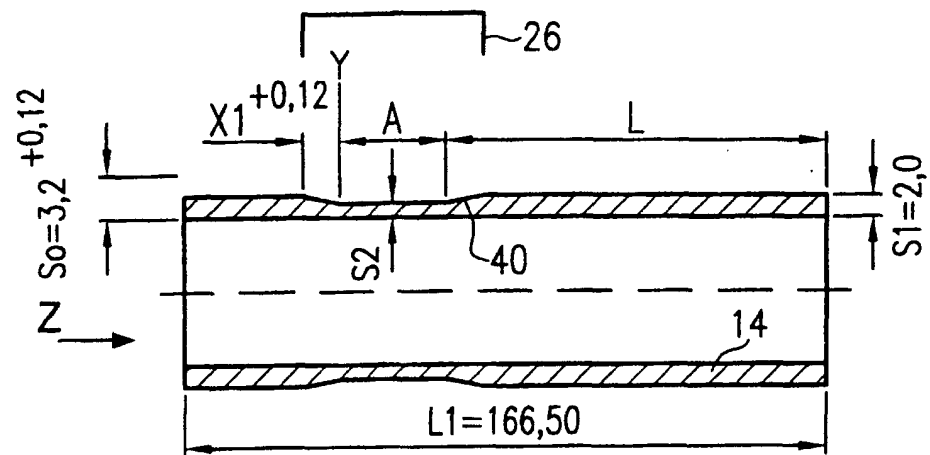


FIG.6

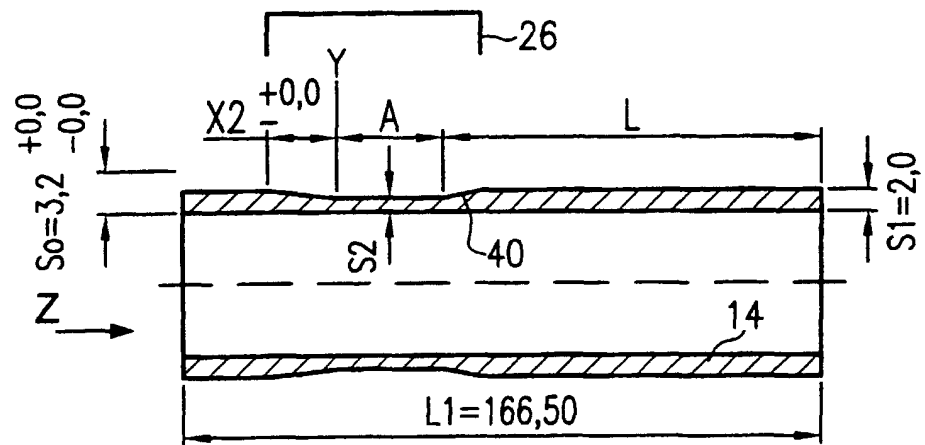


FIG.7

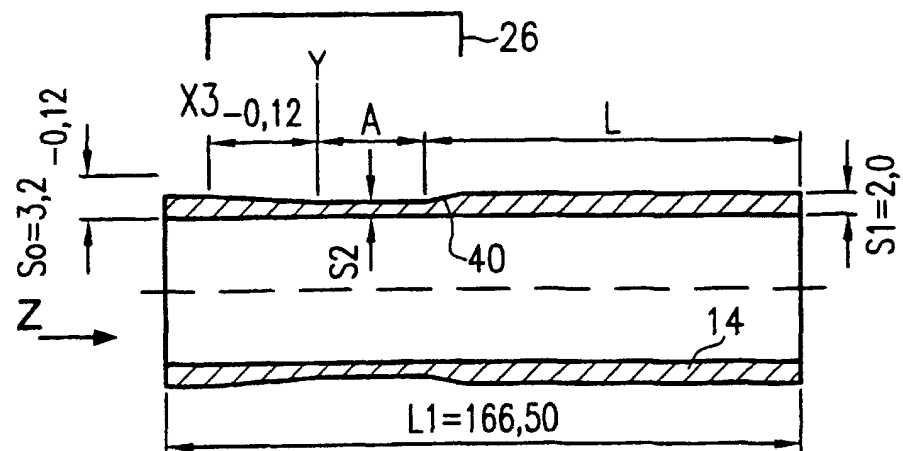


FIG.8

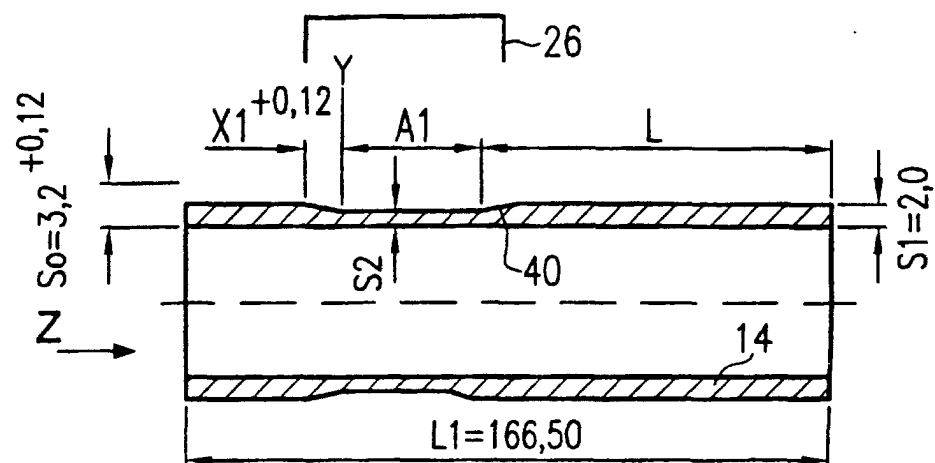


FIG.9

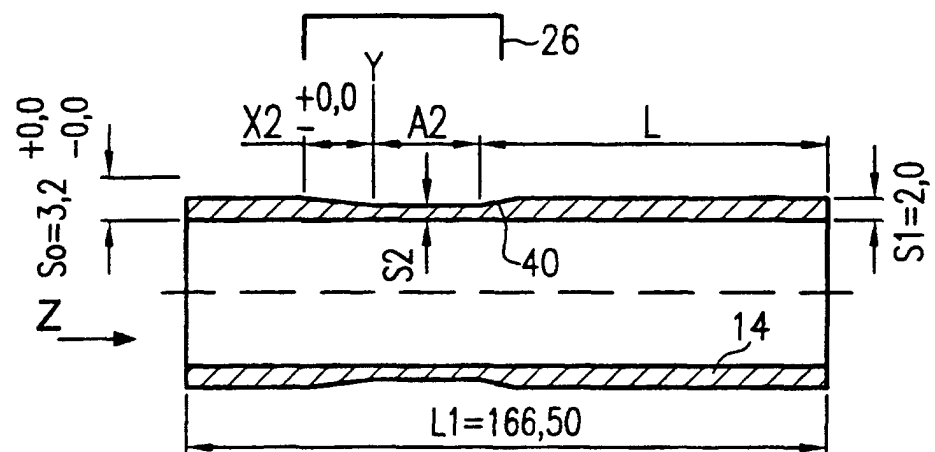
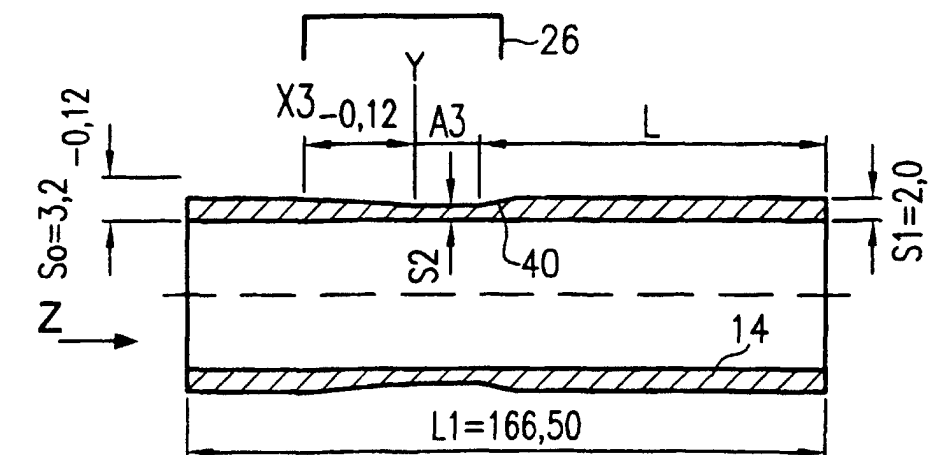


FIG.10



SCHRITT

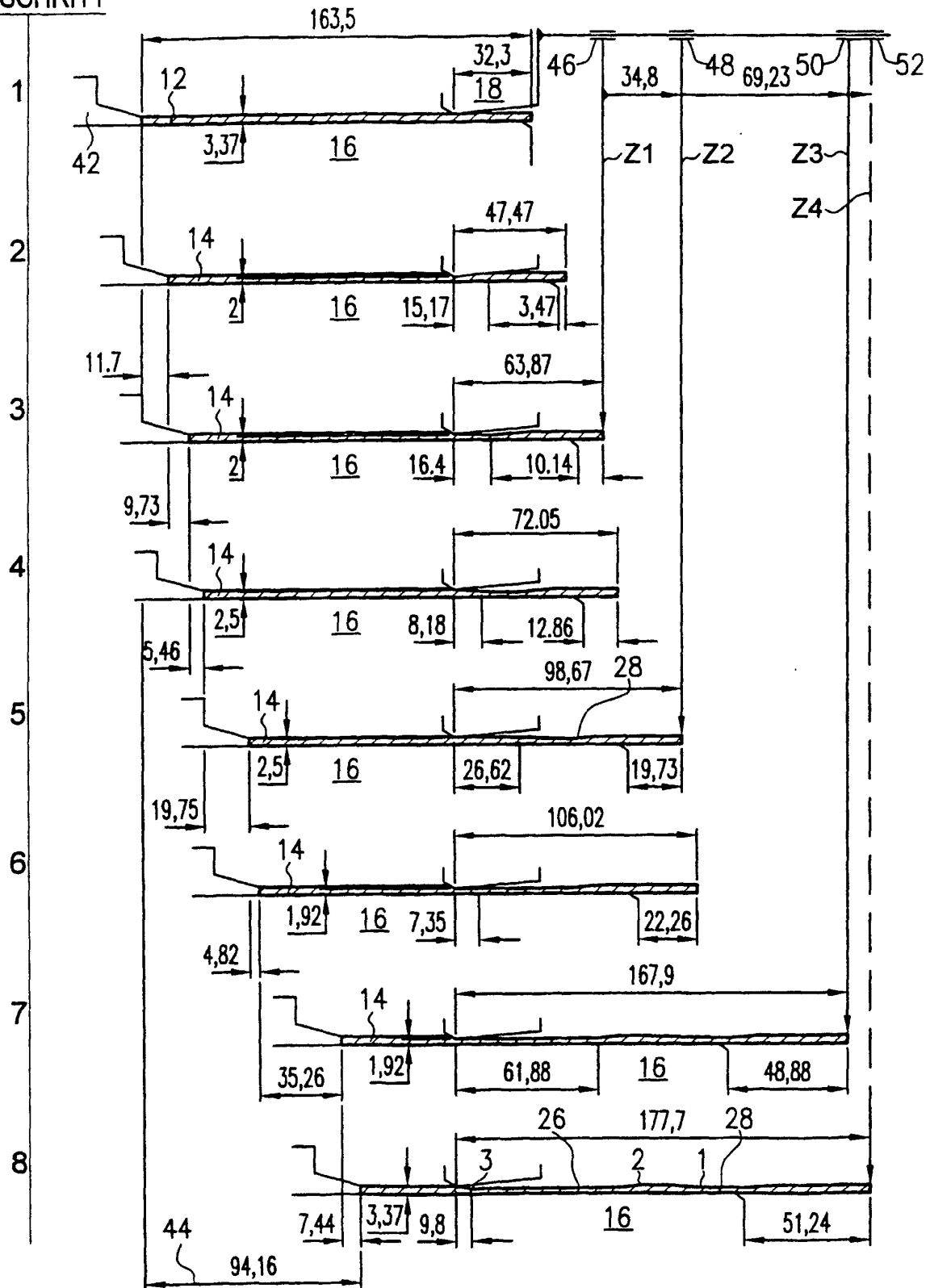


FIG.11

SCHRITT

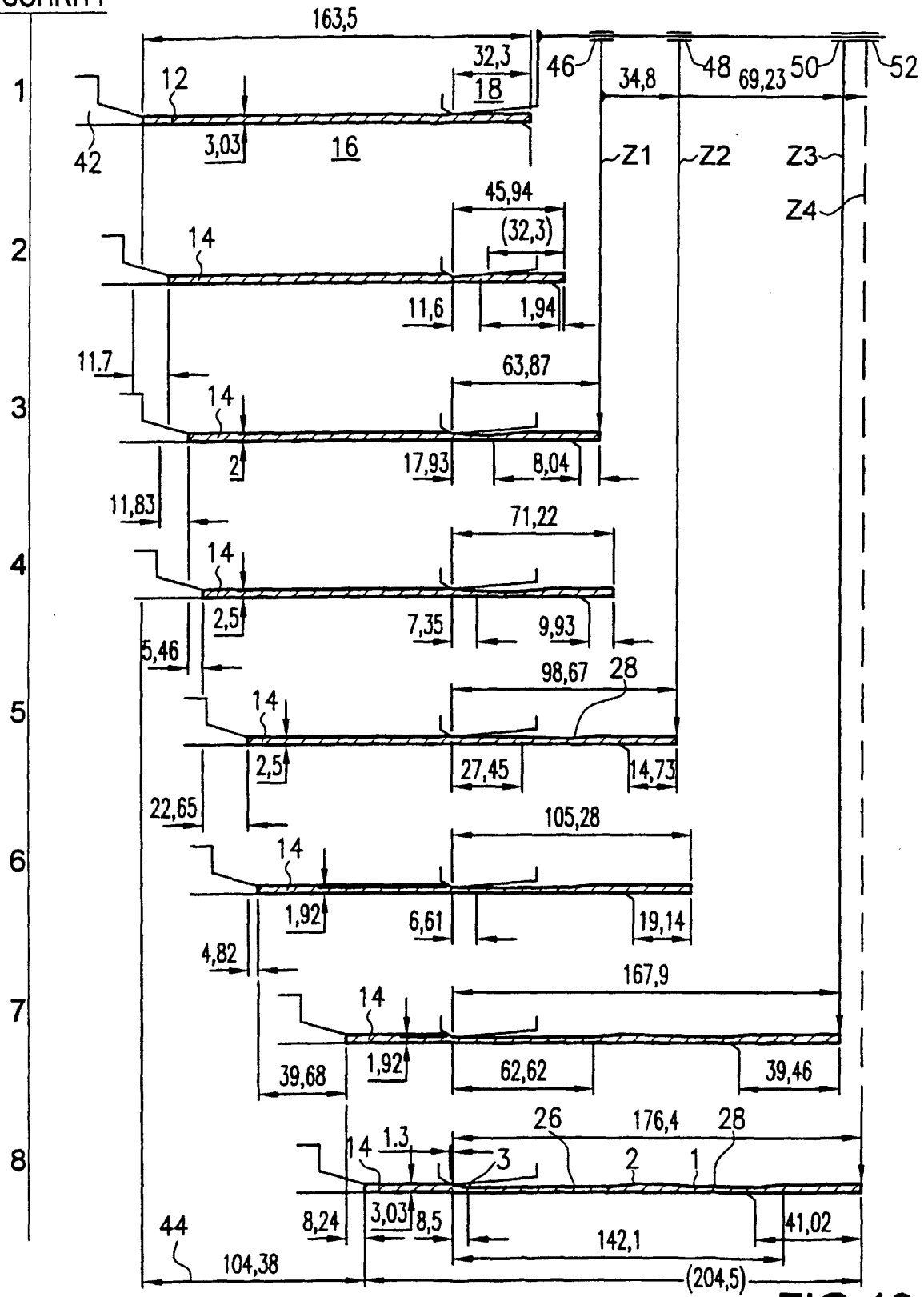


FIG.12

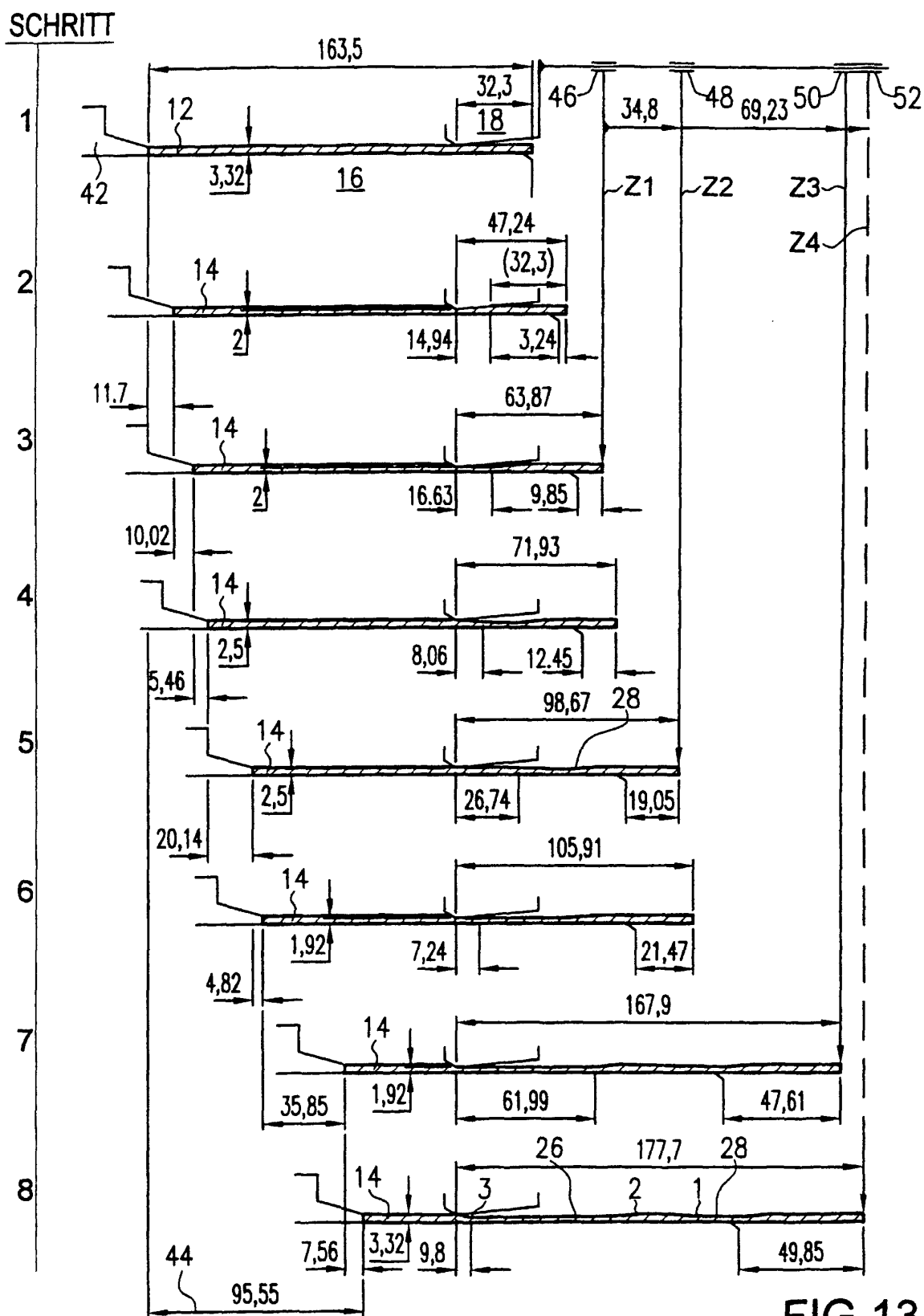


FIG.13