

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 466 676 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.10.2005 Patentblatt 2005/41

(51) Int Cl.7: **B21C 37/08**, B21C 37/15

(21) Anmeldenummer: **04006468.5**

(22) Anmeldetag: **18.03.2004**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen eines geschlossenen Metallprofils oder Metallrohrs mit in Längsrichtung variierender Wanddicke**

Method and apparatus for producing a closed metal profile or metal pipe having a longitudinally varying wall thickness

Procédé et appareil pour la fabrication d'un profilé métallique fermé ou d'un tube métallique ayant une paroi d'épaisseur variable dans le sens de sa longueur

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

(30) Priorität: **10.04.2003 DE 10316336**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.10.2004 Patentblatt 2004/42

(73) Patentinhaber: **DREISTERN GmbH & Co.KG
79650 Schopfheim (DE)**

(72) Erfinder:
• **Der Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(74) Vertreter: **Kaiser, Magnus et al
Lemcke, Brommer & Partner
Patentanwälte
Bismarckstrasse 16
76133 Karlsruhe (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 938 937 EP-A- 0 976 466
US-A- 4 603 806 US-B2- 6 527 056**

EP 1 466 676 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines geschlossenen Metallprofils oder Metallrohrs, dessen Wanddicke entlang seiner Längsachse variiert, sowie eine Rollumformanlage zur Durchführung des Verfahrens, siehe z.B. EP-A-0 938 937. Rollumformanlagen und Verfahren zum Rollumformen von Blechbändern werden zur Herstellung von geschlossenen Metallprofilen oder Metallrohren zwar seit langem und weit verbreitet eingesetzt; jedoch war es bislang nur möglich, Metallprofile oder Metallrohre herzustellen, deren Wanddicke entlang ihrer Längsachse konstant bleibt.

[0002] Insbesondere bei Profilen und Rohren aus hochwertigen Werkstoffen sowie für die Verwendung in möglichst leicht und dennoch stabil zu konstruierenden Produkten ist es oft erwünscht, die Wände des Profils oder Rohrs nur dort etwas dicker auszubilden, wo es aus Stabilitätsgründen notwendig ist.

[0003] Verfahren zum Herstellen von Profilen mit über deren Querschnitt variierenden Wandstärken mittels Rollformwerkzeugen aus einem Blechband sind beispielsweise aus der WO 00/29138 sowie aus der EP 1 210 998 A2 der Anmelderin bekannt geworden. In diesen Schriften wird zunächst ein Blechband hergestellt, dessen Dicke quer zu seiner Längsrichtung variiert. Danach wird dieses speziell hergestellte Blechband in einer herkömmlichen Rollumformanlage zu einem Profil mit variierender Wanddicke umgeformt.

[0004] Dieses Prinzip ist jedoch nicht einfach auf Blechbänder mit entlang deren Länge variierender Dicke übertragbar, aus denen dann ein Metallprofil oder Metallrohr hergestellt werden könnte. Abgesehen davon, dass ein Rollumformen von Blechbändern nach herkömmlicher Meinung grundsätzlich nur zur Verarbeitung von Blechen mit in Längsrichtung konstanter Dicke geeignet ist, führt das Rollumformen eines Blechbandes mit entlang seiner Längsachse variierender Dicke zu einem kaum schweißbaren Zwischenprodukt. Denn die Biegeradien, die beim Rollumformen eines Blechbandes entstehen, hängen insbesondere von der Dicke desselben ab. Die Lage der neutralen Faser beim Biegen des Blechs befindet sich etwa in der Mitte zwischen der Ober- und Unterseite des Blechbandes. Infolgedessen ist die neutrale Faser bei dicken Blechbändern weiter von den Oberflächen der Rollformwerkzeuge entfernt, als bei dünnen Bändern. Außerdem ergeben sich Pressungen in den Randbereichen der Biegeradien, wenn ein Blechband durch ein Rollformwerkzeugpaar hindurchgeführt wird, dessen Radien für ein dünneres Blechband konstruiert sind. Man erhält im Ergebnis nur an den Abschnitten mit höherer Blechdicke ein Profil oder Rohr, bei dem die Schmalseiten des Blechbandes aneinander stoßen. In den Abschnitten des Profils oder Rohrs mit geringerer Blechdicke verbleibt ein mehr oder weniger großer Spalt zwischen den Schmalseiten des Blechbandes, was ein herkömmliches Längsschwei-

ßen zum Schließen des Profils oder Rohrs stark erschwert oder unmöglich macht.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, nicht nur Profile mit konstanter Wanddicke oder mit lediglich in ihrem Querschnitt variierenden Wandstärken durch Rollumformen herzustellen, sondern auch Profile und Rohre mit in Längsrichtung variierender Wanddicke.

[0006] Gelöst ist diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des beigefügten Patentanspruchs 1 sowie durch eine Rollumformanlage mit den Merkmalen des beigefügten Patentanspruchs 11.

[0007] Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Patentansprüchen 2 bis 10; vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Rollumformanlage sind in den Ansprüchen 12 bis 20 niedergelegt.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren besteht also in seinem Kern aus den folgenden Verfahrensschritten: Zunächst wird, was im bisherigen Stand der Technik als unmöglich oder zumindest als sehr nachteilig und unerwünscht angesehen wurde, ein Blechband mit entlang seiner Länge variierender Dicke verwendet und einer Rollumformanlage mit Rollformwerkzeugen zugeführt, wo es zu einem Profil oder Rohr umgeformt wird. Bevor nun das durch das Umformen hergestellte Profil oder Rohr in herkömmlicher Weise in einer Schweißstation längs zu einem geschlossenen Profil oder Rohr weiter verarbeitet wird, wird das umgeformte Profil oder Rohr in einem gänzlich neuen Zwischenschritt auf vorgegebene Außenmaße kalibriert, und zwar mittels mindestens eines KalibrierrollenPaares. Dieses Kalibrieren kann dabei durchaus das Profil oder Rohr bereits auf die gewünschten End-Außenmaße bringen, wobei dies allerdings nicht notwendig ist.

[0009] Gegenüber dem bisherigen Stand der Technik ist also das an sich bekannte Kalibrieren des Profils oder Rohrs auf vorgegebene Außenmaße, das im Stand der Technik immer erst nach der Schweißstation erfolgt, vor die Schweißstation verlegt worden. Dies ermöglicht, dass die in einer Rollumformanlage hergestellten Rohre und Profile in einer herkömmlichen Schweißstation überhaupt zu einem geschlossenen Profil oder Rohr verschweißt werden können. Denn, wie eingangs angesprochen, streckt sich das Material des Blechbandes beim Umformen je nach Dicke des Blechbandes in Umfangsrichtung unterschiedlich, so dass bei den Abschnitten mit kleiner Wanddicke dort, wo die Schweißnaht verlaufen soll, ein Spalt offen bleibt.

[0010] Die erfindungsgemäß modifizierte Rollumformanlage zur Durchführung des eben beschriebenen Verfahrens zeichnet sich entsprechend dadurch aus, dass mindestens ein Kalibrierrollen-Paar zwischen den Rollformwerkzeugen und der Schweißstation angeordnet ist, um das neuartige "Zwischenkalibrieren" zum Ermöglichen des herkömmlichen Längsschweißens durchzuführen.

[0011] Im Rahmen der Erfindung ist es im übrigen

nicht ausgeschlossen, dass die Wanddicke des verwendeten Blechbandes nicht nur in Längsrichtung, sondern zusätzlich auch entlang seines Querschnitts variiert, so dass die erfindungsgemäß hergestellten Profile und Rohre hinsichtlich des Materialaufwands exakt für den jeweiligen Anwendungsfall optimiert werden können.

[0012] Die Kalibrierrollen sind vorzugsweise in unüblicher Orientierung angeordnet. Normalerweise läuft ein Rohr oder ein geschlossenes Profil beim End-Kalibrieren nach der Schweißstation so durch die Kalibrierrollen, dass die Schweißnaht mittig durch eine der beiden Kalibrierrollen läuft. Gemäß der vorliegenden Erfindung soll dies gerade nicht der Fall sein; besonders bevorzugt ist vielmehr eine Anordnung der Kalibrierrollen, bei der die (gemäß der Erfindung noch gar nicht vorhandene) Schweißnaht im Randbereich zwischen den beiden Kalibrierrollen zu liegen kommt. Mit anderen Worten soll das Profil oder Rohr so durch die Kalibrierrollen geführt werden, dass die Verbindungsebene zwischen der Längs-Mittelachse des Profils oder Rohrs und der Mittellinie zwischen den Schmalseiten des Blechbandes von der Rotationsebene der Kalibrierrollen verschieden ist, bevorzugterweise in etwa rechtwinklig auf dieser steht. Dies hat folgende Vorteile:

[0013] Mit kleiner werdendem Durchmesser der Rolle, also im Bereich des Nutgrundes, verringert sich die Kontaktfläche zwischen der Kalibrierrolle und dem Rohr bzw. Profil, wodurch die Flächenpressung zunimmt. Wird nun ein noch nicht verschweißtes Rohr oder Profil in herkömmlicher Anordnung durch ein Kalibrierrollenpaar geführt, ist die Flächenpressung an den noch nicht verschweißten Bandkanten besonders hoch, was zu einer Längung derselben führt. Hieraus ergibt sich jedoch die Gefahr eines Ausknickens des Rohrs oder Profils, insbesondere in den Abschnitten mit dünner Wandstärke und an den Übergangsbereichen zwischen einer geringen und einer starken Wanddicke. Ebenso können sich Wellen im Schweißbereich bilden, was zu einem schlechten Schweißergebnis führt, und die Rohrenden können trompetenförmig aufspringen.

[0014] Mit der bevorzugten, neuen Anordnung der Kalibrierrollen werden diese Effekte verhindert, da die besonders hohen Flächenpressungen nicht mehr bei den Bandkanten auftreten. Gleichwohl werden durch das Kalibrieren die in den dünnen Abschnitten des Rohres bzw. Profils vorhandenen Spalte an den Bandkanten geschlossen, so dass ein nachfolgendes Längsver-schweißen keine Probleme mehr macht.

[0015] Bevorzugterweise wird ein Blechband verwendet, bei dem die Abschnitte unterschiedlicher Banddicke so aneinander gesetzt sind, dass die Bandmitten der verschiedenen Abschnitte jeweils aneinander liegen. Die neutrale Faser beim Umformen liegt dann also immer mittig im Material, was die Schubspannungen zwischen den verschiedenen Blechdicken vorteilhaft minimiert. Durch das Zwischenkalibrieren werden die Außenmaße egalisiert, so dass der Dickensprung dann letztendlich innen im Rohr oder Profil liegt.

[0016] Das Umformen des Blechbandes kann mittels Rollformwerkzeugen vorgenommen werden, die paarweise zusammenwirkend jeweils einen Walzspalt bilden, wobei die lichte Weite des Walzspaltes entsprechend der Banddicke des momentan darin befindlichen Abschnitts des Blechbandes variiert wird. Dies kann durch eine lageveränderliche Ausbildung eines von zwei paarweise zusammenwirkenden Rollformwerkzeugen erzielt werden, wobei dieses vorzugsweise senkrecht zur Längsrichtung des Blechbandes bewegt wird. Durch diese Anpassung des Walzspaltes an variierte anstehende Blechdicken wird vermieden, dass entweder der Walzspalt für dünne Abschnitte des Blechbandes zu groß ist, was eine undefinierte Verformung des Bandes zur Folge hätte, oder aber für dicke Abschnitte des Bandes zu eng ist, was durch Pressungen einerseits zu einem schlechten Produktionsergebnis führen und andererseits die Lager der Rollformwerkzeuge gefährden würde.

[0017] Besonders bevorzugt werden die zum Variieren des Walzspaltes lageveränderlich ausgebildeten Rollformwerkzeuge mit einem motorischen, hydraulischen oder pneumatischen Verstellmechanismus versehen oder aber sie werden federbelastet lageveränderlich ausgebildet, so dass sie sich selbsttätig auf die Dicke des momentan darin befindlichen Abschnitts des Blechbandes einstellen.

[0018] Die Bewegungen der lagerveränderlichen Rollformwerkzeuge können entsprechend dem Verlauf der Dicke des Blechbandes aktiv gesteuert werden, beispielsweise mittels eines Computers, in welchem der Dickenverlauf des Blechbandes eingespeichert ist, während der Produktionsfortschritt vorzugsweise über eine Weglängenmesseinrichtung an den Computer gemeldet wird, oder beispielsweise entsprechend den von einer Sensoreinheit zur Banddickenmessung gemessenen Werten; die Bewegungen der lageveränderlichen Rollformwerkzeuge können aber auch passiv durch eine Federbelastung oder beispielsweise mittels einer Überdruckbegrenzung eines hydraulischen Verstellmechanismus erzielt werden: Das lageveränderliche Rollformwerkzeug gibt dann gegen die Federkraft oder aufgrund der Überdruckbegrenzung nach, wenn sich das Blechband im Walzspalt verdickt, während sich der Walzspalt dann ebenso selbsttätig wieder verengt, wenn sich die zwischenliegende Banddicke verringert. Hierdurch kann sich, auch wenn die oben genannte aktive Steuerung des Walzspaltes dennoch zusätzlich vorgesehen sein kann, die Rollumformanlage jeder Blechbandtopografie selbsttätig anpassen, ohne dass es nötig wäre, vorher irgendwelche Daten in der Steuerung zu hinterlegen oder eine aufwendige Sensorik einzubauen.

[0019] Anhand der beigefügten Zeichnungen wird die Erfindung beispielhaft weiter erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Gestells mit Rollformwerkzeugen in erfindungs-

- gemäß der Ausführung nebst schematischer Darstellung eines hydraulischen Verstellmechanismus;
- Figur 2 eine schematische Darstellung eines durch Rollumformen hergestellten zylindrischen Rohrs mit drei Abschnitten unterschiedlicher Wanddicke;
- Figur 3 eine schematische Darstellung eines Kalibrierrollenpaars mit durchlaufendem Rohr.

[0020] Figur 1 zeigt schematisch die Ansicht eines Gestells 1, in dem an einer oberen Antriebswelle 2 ein oberes Rollformwerkzeug 3 und an einer unteren Antriebswelle 4 ein unteres Rollformwerkzeug 5 gelagert sind. In dem durch die zusammenwirkenden Rollformwerkzeuge 3, 5 gebildeten Walzspalt 6 ist ein bereits teilweise profiliertes Blechband 7 zu erkennen. Eine erfindungsgemäße Rollumformanlage besteht in der Regel aus einer Vielzahl von solchen, hintereinander angeordneten Gestellen, wobei die Rollformwerkzeuge dem jeweiligen Umformschritt angepasst verschieden ausgebildet sind.

[0021] Die Besonderheit des dargestellten Gestells 1 besteht darin, dass die obere Antriebswelle 2 nicht fest auf dem Gestell 1 sitzt, sondern höhenveränderlich gelagert ist. Hierzu sind zwei Hydraulikzylindereinheiten 8a und 8b vorgesehen, die sich einerseits am Gestell 1 und andererseits an den Lagern 9a, 9b der oberen Antriebswelle 2 abstützen. Es handelt sich hier um doppelt wirkende Hydraulikzylinder, mit denen eine definierte Höhenveränderung der oberen Antriebswelle 2 und damit eine definierte Einstellung des Walzspalts 6 erzielt werden kann.

[0022] Die hydraulische Beschaltung der Hydraulikzylinder 8a, 8b ist in Figur 1 schematisch dargestellt. Die Hydraulikzylinder 8 werden von einer Pumpe 10 über ein Rückschlagventil 11 und ein Zweiwegeventil 12 mit Hydrauliköl versorgt. Das Zweiwegeventil 12 ermöglicht eine Umsteuerung der Hydraulikzylinder 8: Wird die Leitung A druckbeaufschlagt, verstellt sich die obere Antriebswelle 2 bis zu einem oberen Anschlag und somit zu einer maximalen Öffnung des Walzspalts 6; wird durch ein Betätigen des Zweiwegeventils 12, wie in Figur 1 dargestellt, die Leitung B druckbeaufschlagt, senkt sich die Antriebswelle 2 bis zu einem unteren Anschlag, so dass sich der Walzspalt 6 bis zu seiner kleinsten Ausdehnung schließt. Das Zweiwegeventil 12 ermöglicht also im Zusammenwirken mit den doppelt wirkenden Hydraulikzylindern 8 die oben beschriebene aktive Steuerung des Walzspalts 6, was insbesondere dann völlig ausreichend ist, wenn lediglich zwei unterschiedliche Blechbanddicken verarbeitet werden.

[0023] Zusätzlich zum Zweiwegeventil 12 ist im Hydraulikschaltbild der Figur 1 noch ein Überdruckventil 13 zu erkennen, das von einer Druckmesseinrichtung 14 betätigt wird, sobald der im Hydrauliksystem herrschende hydraulische Druck einen Schwellenwert übersteigt. Diese einfache Maßnahme ermöglicht im Zusam-

menspiel mit einer geeignet leistungsfähigen Pumpe 10 eine automatische Regelung des Walzdrucks zwischen dem oberen Rollformwerkzeug 3 und dem unteren Rollformwerkzeug 5 auf einen konstanten Wert, und zwar unabhängig von der Größe des Walzspalts 6 und damit unabhängig von der Dicke des Blechbands 7. Denn sobald ein dickerer Abschnitt des Blechbands 7 in den Walzspalt 6 gerät, erhöht sich der Walzdruck und somit der Druck in der Leitung B. Wird nun das Überdruckventil 13 geöffnet, gibt das obere Rollformwerkzeug 3 nach, indem sich die obere Antriebswelle 2 nach oben bewegt, und zwar solange, bis der hydraulische Druck in der Leitung B wieder unter den Schwellenwert zur Betätigung des Überdruckventils 13 sinkt. Die Pumpe 10 sorgt dann dafür, dass der hydraulische Druck nicht weiter abfällt und somit der Walzdruck zwischen den Rollformwerkzeugen 3 und 5 aufrechterhalten bleibt. Wenn umgekehrt das Blechband 7 im Walzspalt 6 dünner wird, sorgt der von der Pumpe 10 aufgebaute hydraulische Druck in der Leitung B dafür, dass die obere Antriebswelle 2 umgehend nach unten bewegt wird, so dass sich der Walzspalt 6 zwischen dem oberen Rollformwerkzeug 3 und dem unteren Rollformwerkzeug 5 entsprechend schließt.

[0024] Der in Figur 1 dargestellte hydraulische Verstellmechanismus kombiniert also eine aktive Steuerungsmöglichkeit der Walzspaltöffnung mittels des Zweiwegeventils 12 mit einer automatischen Regelung des Walzdrucks mittels des Überdruckventils 13. Bei abrupten Dickenänderungen des Blechbandes 7 kann es durchaus vorteilhaft sein, die Änderung des Walzspalts 6 über eine aktive Umsteuerung des Zweiwegeventils 12 vorzunehmen, gegebenenfalls auch zusätzlich zur automatischen Walzdruckregelung. Umgekehrt übernimmt das Überdruckventil 13 im aktiven Steuerungsmodus unabhängig von der Möglichkeit einer Regelung des Walzdrucks eine Sicherungsfunktion gegen unzulässige Drücke im Hydrauliksystem.

[0025] Figur 2 zeigt schematisch ein mittels Rollumformen aus einem Blechband mit drei unterschiedlichen Dickenabschnitten hergestelltes zylindrisches Rohr 18. Ein erster Abschnitt 15 weist eine stärkeren Wanddicke auf, so dass die Bandkanten auf Stoß liegen. Ein zweiter Abschnitt 15', der mit dem ersten Abschnitt 15 mittig verschweißt ist, weist eine geringere Wanddicke auf, weshalb hier die Bandkanten nicht auf Stoß liegen, sondern ein Spalt verbleibt, der ein einfaches Längsschweißen zum Schließen des Rohrs 18 unmöglich macht. Am anderen Ende des zweiten Abschnitts 15' ist ein dritter Abschnitt 15'' angeschweißt, der wiederum dieselbe Wanddicke aufweist, wie der erste Abschnitt 15.

[0026] Figur 2 zeigt also die Situation vor dem erfindungsgemäßen Kalibrieren und Längsschweißen zum Fertigstellen des Rohrs 18.

[0027] In Figur 3 ist nun ein Kalibrierrollenpaar 16, 17 schematisch dargestellt, in welchem das Rohr 18 aus Figur 2 vor dem Verschweißen zwischenkalibriert wird. Die Stoßkante 19, also die spätere Schweißnaht, liegt

im Randbereich zwischen den beiden Kalibrierrollen 16 und 17; die Verbindungsebene zwischen der Stoßkante 19 und der Längs-Mittelachse des Rohrs 18 steht also senkrecht auf der Rotationsebene der beiden Kalibrierrollen 16 und 17. Wie bereits beschrieben, bestehen die größten Flächenpressungen am Rohr 18 in der Rotationssebene der beiden Kalibrierrollen 16, 17, hier also vorteilhafterweise nicht im Bereich der Stoßkante 19. Im Gegenteil: Da die Stoßkante 19 sich im Berührungsbereich der beiden Kalibrierrollen 16, 17 befindet, ist dort kaum mit einer Längung des Rohrmaterials zu rechnen, so dass sich zwar der in Figur 2 dargestellte Spalt schließt, jedoch keine Welligkeit oder ein Ausknicken des Materials an der Stoßkante 19 zu befürchten ist. Das nachfolgende Längsverschweißen zur Fertigstellung des Rohrs 18 kann also in herkömmlicher Weise erfolgen. Gegebenenfalls kann selbstverständlich auch ein End-Kalibrieren nach der Schweißstation zusätzlich durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste

[0028]

1	Gestell	
2	Antriebswelle (obere)	
3	Rollformwerkzeug (oberes)	
4	Antriebswelle (untere)	
5	Rollformwerkzeug (unteres)	
6	Walzspalt	
7	Blechband	
8	Hydraulikzylinder	
9	Lager (von 2)	
10	Pumpe	
11	Rückschlagventil	
12	Zweiwegeventil	
13	Überdruckventil	
14	Druckmesseinrichtung	
15, 15', 15"	Abschnitt (von 18)	
16	Kalibrierrolle	
17	Kalibrierrolle	
18	Rohr	
19	Stoßkante	

Patentansprüche

- Verfahren zum Herstellen eines geschlossenen Metallprofils oder Metallrohrs, dessen Wanddicke entlang seiner Längsachse variiert, mit folgenden Verfahrensschritten:
 - Umformen eines Blechbandes (7) mit entlang seiner Länge variierender Banddicke mittels Rollformwerkzeugen (3, 5) zu einem Profil oder Rohr (18),
 - Kalibrieren des Profils oder Rohrs (18) in mindestens einem Kalibrierrollenpaar (16, 17) auf

- vorgegebene Außenmaße,
- Zusammenschweißen der durch das Umformen und Kalibrieren aneinanderliegenden Schmalseiten des Blechbandes, um ein geschlossenes Profil oder Rohr fertigzustellen.

- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Profil oder Rohr so durch die Kalibrierrollen geführt wird, dass die Verbindungsebene zwischen der Längs-Mittelachse des Profils oder Rohrs und der Mittellinie zwischen den Kanten des Blechbandes von der Rotationsebene der Kalibrierrollen verschieden ist.
- Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Verbindungsebene zwischen der Längs-Mittelachse des Profils oder Rohrs und der Mittellinie zwischen den Kanten des Blechbandes in etwa rechtwinklig auf die Rotationsebene der Kalibrierrollen gestellt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein Blechband verwendet wird, bei dem die Abschnitte unterschiedlicher Banddicke so aneinandergesetzt sind, dass die Bandmitten der verschiedenen Abschnitte jeweils aneinander liegen.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Umformen des Blechbandes zu einem Profil oder Rohr mittels Rollformwerkzeugen vorgenommen wird, die paarweise zusammenwirkend jeweils einen Walzspalt bilden, dessen lichte Weite entsprechend der Banddicke des momentan darin befindlichen Abschnitts des Blechbandes variiert wird.
- Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** sich die Walzspalte aufgrund einer Verwendung von Rollformwerkzeugen, bei denen mindestens eines von zwei paarweise zusammenwirkenden Rollformwerkzeugen motorisch, federbelastet, hydraulisch oder pneumatisch Lageveränderlich ausgebildet ist, automatisch auf die Dicke des momentan darin befindlichen Abschnitts des Blechbandes einstellen.
- Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die lageveränderlichen Rollformwerkzeuge pneumatisch oder hydraulisch vorgespannt und/oder verstellt werden.
- Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Bewegungen der lageveränderlichen Rollformwerkzeuge entsprechend dem Verlauf der Dicke des Blechbandes aktiv gesteuert werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Bewegungssteuerung mittels eines Computers erfolgt, in welchem der Dickenverlauf des Blechbandes eingespeichert ist, wobei der Produktionsfortschritt über eine Weglängenmessenrichtung an den Computer gemeldet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Bewegung der lageveränderlichen Rollformwerkzeuge entsprechend den von einer oder mehreren Sensoreinheiten zur Banddickenmessung gemessenen Werten gesteuert wird.

11. Rollumformanlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,

mit einer Mehrzahl von Rollformwerkzeugen (3, 5) zum Umformen eines Blechbandes (7) zu einem Metallprofil oder Metallrohr (18), mit einer Schweißstation zum Längsverschweißen des umgeformten Blechbandes (7) zu einem geschlossenen Metallprofil oder Metallrohr (18), und mit mindestens einem Paar Kalibrierrollen (16, 17) zum Kalibrieren des Profils oder Rohrs (18) auf vorgegebene Außenmaße,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kalibrierrollen (16, 17) zwischen den Rollformwerkzeugen (3, 5) und der Schweißstation angeordnet sind.

12. Rollumformanlage nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kalibrierrollen (16, 17) so angeordnet sind, dass die Verbindungsebene zwischen der Längs-Mittelachse des Profils oder Rohrs (18) und der Mittellinie zwischen den Kanten (19) des Blechbandes (7) von der Rotationsebene der Kalibrierrollen (16, 17) verschieden ist.

13. Rollumformanlage nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verbindungsebene zwischen der Längs-Mittelachse des Profils oder Rohrs (18) und der Mittellinie zwischen den Kanten (19) des Blechbandes (7) im wesentlichen senkrecht auf der Rotationsebene der Kalibrierrollen (16) steht.

14. Rollumformanlage nach einem der Ansprüche 11 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest ein Teil der Rollformwerkzeuge (5, 6) paarweise zusammenwirkend angeordnet sind,

so dass sie jeweils einen Walzspalt (6) zum gleichzeitigen Einwirken auf das durch die Rollformwerkzeuge (3, 5) geführte Blechband (7) bilden, wobei jeweils mindestens eines von zwei paarweise zusammenwirkenden Rollformwerkzeugen (3) zur Anpassung des Walzspaltes (6) an eine variierende Dicke des Blechbandes (7) während des Umformprozesses relativ zum jeweils zugeordneten Rollformwerkzeug (5) lageveränderlich ausgebildet ist.

15. Rollumformanlage nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet,

dass die lageveränderlichen Rollformwerkzeuge (3) federbelastet lageveränderlich ausgebildet sind.

16. Rollumformanlage nach einem der Ansprüche 14 oder 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass die lageveränderlichen Rollformwerkzeuge (3) mit einem motorischen, hydraulischen oder pneumatischen Verstellmechanismus (8) versehen sind.

17. Rollumformanlage nach Anspruch 16,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verstellmechanismus (8) mit einer Überdruckbegrenzung (13) für den Walzdruck versehen ist.

18. Rollumformanlage nach einem der Ansprüche 16 oder 17,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verstellmechanismus (8) mit einer Steuerung zum Verstellen des Walzspaltes (6) in Abhängigkeit von der variierenden Dicke des Blechbandes (7) versehen ist.

19. Rollumformanlage nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerung einen Speicher umfasst, in dem der Dickenverlauf des Blechbandes (7) hinterlegt ist.

20. Rollumformanlage nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerung des Verstellmechanismus (8) mit einer Sensoreinheit zur Banddickenmessung verbunden ist.

Claims

1. Method of producing a closed metal profile or metal pipe, the wall thickness of which varies along its longitudinal axis, with the following method steps:

- shaping a sheet metal strip (7) with a strip thickness which varies along its length into a profile

- or pipe (18) by means of roll forming tools (3, 5),
 - calibrating the profile or pipe (18) in at least one pair of calibrating rollers (16, 17) to predetermined external dimensions,
 - welding together the narrow sides of the sheet metal strip which lie adjacent to one another through the shaping and calibration in order to complete a closed profile or pipe.
2. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** the profile or pipe is guided through the calibrating rollers so that the plane of connection between the longitudinal central axis of the profile or pipe and the centre line between the edges of the sheet metal strip is different from a plane of rotation of the calibrating rollers.
3. Method as claimed in Claim 2, **characterised in that** the plane of connection between the longitudinal central axis of the profile or pipe and the centre line between the edges of the sheet metal strip is set approximately at right angles to the plane of rotation of the calibrating rollers.
4. Method as claimed in any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** a sheet metal strip is used in which the portions of different strip thickness are set relative to one another so that the strip centres of the different portions each lie adjacent to one another.
5. Method as claimed in any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the shaping of the sheet metal strip into a profile or pipe is carried out by means of roll forming tools, which co-operate in pairs and form a roller gap the internal width of which is varied corresponding to the strip thickness of the portion of the sheet metal strip located therein at that moment.
6. Method as claimed in Claim 5, **characterised in that** the roller gaps are adjusted automatically to the thickness of the section of the sheet metal strip located therein at that moment due to the use of the roll forming tools, in which at least one of two roll forming tools which co-operate in pairs is constructed so as to change position by motorised, a spring-loaded, hydraulic or pneumatic means.
7. Method as claimed in Claim 6, **characterised in that** the roll forming tools which can change position are pre-tensioned and/or displaced pneumatically or hydraulically.
8. Method as claimed in Claim 6, **characterised in that** the movements of the roll forming tools which can change position are actively controlled according to the configuration of the thickness of the sheet metal strip.
9. Method as claimed in Claim 8, **characterised in that** the movements are controlled by a computer in which the thickness configuration of the sheet metal strip is stored, wherein the progress of production is reported to the computer over a path length measuring device.
10. Method as claimed in any one of Claims 8 or 9, **characterised in that** the movement of the roll forming tools which can change position is controlled according to values measured by one or more sensor units for strip thickness measurement.
11. Roll forming apparatus for carrying out the method as claimed in Claim 1, with a plurality of roll forming tools (3, 5) for shaping a sheet metal strip (7) into a metal profile or metal pipe (18), with a welding station for longitudinal welding of the shaped sheet metal strip (7) into a closed metal profile or metal pipe (18), and with at least one pair of calibrating rollers (16, 17) for calibrating the profile or pipe (18) to predetermined external dimensions, **characterised in that** the calibrating rollers (16, 17) are disposed between the roll forming tools (3, 5) and the welding station.
12. Roll forming apparatus as claimed in Claim 11, **characterised in that** the calibrating rollers (16, 17) are disposed so that the plane of connection between the longitudinal central axis of the profile or pipe (18) and the centre line between edges (19) of the sheet metal strip (7) is different from the plane of rotation of the calibrating rollers (16, 17).
13. Roll forming apparatus as claimed in Claim 12, **characterised in that** the plane of connection between the longitudinal central axis of the profile or pipe (18) and the centre line between the edges (19) of the sheet metal strip (7) is substantially perpendicular to the plane of rotation of the calibrating rollers (16).
14. Roll forming apparatus as claimed in any one of Claims 11 to 13, **characterised in that** at least part of the roll forming tools (5, 6) are disposed so as to co-operate in pairs so that in each case they form a roller gap (6) for simultaneous action on the sheet metal strip (7) guided through the roll-forming tools (3, 5), wherein in each case at least one of two roll forming tools (3) which co-operate in pairs is constructed so that it can change position relative to the respective associated roll forming tool (5) for adjustment of the roller gap (6) to a varying thickness of the sheet metal strip (7) during the shaping process.
15. Roll forming apparatus as claimed in Claim 14,

characterised in that the roll forming tools (3) which can change position are constructed so as to change position by spring loading.

16. Roll forming apparatus as claimed in any one of Claims 14 or 15, **characterised in that** the roll forming tools (3) which can change position are provided with a motorised, hydraulic or pneumatic displacement mechanism (8). 5
17. Roll forming apparatus as claimed in Claim 16, **characterised in that** the displacement mechanism (8) is provided with an over-pressure limit (13) for the roller pressure. 10
18. Roll forming apparatus as claimed in any one of Claims 16 or 17, **characterised in that** the displacement mechanism (8) is provided with a controller for adjusting the roller gap (6) as a function of the varying thickness of the sheet metal strip (7). 15 20
19. Roll forming apparatus as claimed in Claim 18, **characterised in that** the controller comprises a memory in which the thickness configuration of the sheet metal strip (7) is stored. 25
20. Roll forming apparatus as claimed in Claim 18, **characterised in that** the controller of the displacement mechanism (8) is connected to a sensor unit for strip thickness measurement. 30

Revendications

1. Procédé pour fabriquer un profilé ou un tube métallique fermé dont l'épaisseur de paroi varie le long de son axe longitudinal, qui comporte les étapes suivantes : 35
- façonnage d'une bande de tôle (7), dont l'épaisseur varie sur sa longueur, au moyen d'outils de profilage (3, 5) pour en faire un profilé ou un tube (18) ; 40
 - calibrage du profilé ou du tube (18) dans au moins une paire de galets de calibrage (16, 17) à des dimensions extérieures prédéfinies ; 45
 - assemblage par soudage des tranches de la bande de tôle qui ont été placées côte à côte par le façonnage et le calibrage, afin d'obtenir un profilé ou un tube fermé. 50
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le profilé ou tube est guidé entre des galets de calibrage de telle sorte que le plan de jonction entre l'axe médian longitudinal du profilé ou tube et la ligne médiane entre les arêtes de la bande de tôle est différent du plan de rotation des galets de calibrage. 55

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le plan de jonction entre l'axe médian longitudinal du profilé ou tube et la ligne médiane entre les arêtes de la bande de tôle est disposé à peu près perpendiculairement au plan de rotation des galets de calibrage.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on utilise une bande de tôle dont les segments présentant des épaisseurs de paroi différentes sont mis bout à bout de telle manière que les milieux de bande des différents segments sont chaque fois placés les uns à la suite des autres.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'on procède au façonnage de la bande de tôle pour en faire un profilé ou un tube au moyen d'outils de profilage qui, en coopérant deux par deux, forment chaque fois une emprise dont la largeur varie en fonction de l'épaisseur de bande du segment de la bande de tôle qui s'y trouve juste à ce moment-là.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'emprise s'adapte automatiquement à l'épaisseur du segment de la bande de tôle qui s'y trouve juste à ce moment-là, en raison de l'utilisation d'outils de profilage dont au moins l'un des outils de profilage coopérant deux par deux peut changer de position à l'aide d'un moteur, ou en étant sollicité par un ressort, ou par voie hydraulique ou pneumatique.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les outils de profilage pouvant changer de position sont précontraints et/ou réglés par voie pneumatique ou hydraulique.

8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les mouvements des outils de profilage pouvant changer de position sont activement pilotés en fonction de l'évolution de l'épaisseur de la bande.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le mouvement est piloté par un ordinateur dans lequel est mémorisée l'évolution de l'épaisseur de la bande de tôle, l'avancement de la production étant communiqué à l'ordinateur par le biais d'un dispositif mesurant la longueur de parcours.

10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le mouvement des outils de profilage pouvant changer de position est commandé en fonction des valeurs mesurées par un ou plusieurs capteurs destinés à mesurer l'épaisseur de la bande.

11. Installation de profilage pour mettre en oeuvre le procédé selon la revendication 1, comprenant plusieurs outils de profilage (3, 5) destinés à transformer une bande de tôle (7) en un profilé ou un tube métallique (18), un poste de soudage pour souder longitudinalement la bande de tôle (7) façonnée afin d'en faire un profilé métallique ou un tube métallique fermé (18), et au moins une paire de galets de calibrage (16, 17) pour calibrer le profilé ou le tube (18) en lui conférant des dimensions extérieures prédéfinies, **caractérisée en ce que** les galets de calibrage (16, 17) sont disposés entre les outils de profilage (3, 5) et le poste de soudage.
12. Installation de profilage selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** les galets de calibrage (16, 17) sont disposés de telle sorte que le plan de jonction entre l'axe médian longitudinal du profilé ou du tube (18) et la ligne médiane entre les arêtes (19) de la bande de tôle (7) est différent du plan de rotation des galets de calibrage (16, 17).
13. Installation de profilage selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** le plan de jonction entre l'axe médian longitudinal du profilé ou du tube (18) et la ligne médiane entre les arêtes (19) de la bande de tôle (7) est essentiellement perpendiculaire au plan de rotation des galets de calibrage (16).
14. Installation de profilage selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisée en ce qu'**au moins une partie des outils de profilage (5, 6) est disposée de manière à coopérer par paires, si bien qu'ils forment chaque fois une emprise (6) pour agir simultanément sur la bande de tôle (7) passant entre les outils de profilage (3, 5), au moins l'un (3) des deux outils de profilage coopérant par paires étant chaque fois réalisé de manière à pouvoir changer de position par rapport à l'outil de formage (5) qui lui est chaque fois associé, afin d'adapter l'emprise (6) à une bande de tôle (7) dont l'épaisseur varie pendant le processus de façonnage.
15. Installation de profilage selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** les outils de calibrage pouvant changer de position (3) sont réalisés de façon à pouvoir changer de position sous l'action d'un ressort.
16. Installation de profilage selon la revendication 14 ou 15, **caractérisée en ce que** les outils de calibrage pouvant changer de position (3) sont dotés d'un mécanisme de réglage motorisé, hydraulique ou pneumatique (8).
17. Installation de profilage selon la revendication 16, **caractérisée en ce que** le mécanisme de réglage (8) est doté d'une limite de surpression (13) pour la pression de laminage.
18. Installation de profilage selon la revendication 16 ou 17, **caractérisée en ce que** le mécanisme de réglage (8) est doté d'une commande pour régler l'emprise (6) en fonction de la variation de l'épaisseur de la bande de tôle (7).
19. Installation de profilage selon la revendication 18, **caractérisée en ce que** la commande comprend une mémoire dans laquelle est enregistrée l'évolution de l'épaisseur de la bande de tôle (7).
20. Installation de profilage selon la revendication 18, **caractérisée en ce que** la commande du mécanisme de réglage (8) est reliée à un capteur pour mesurer l'épaisseur de la bande.

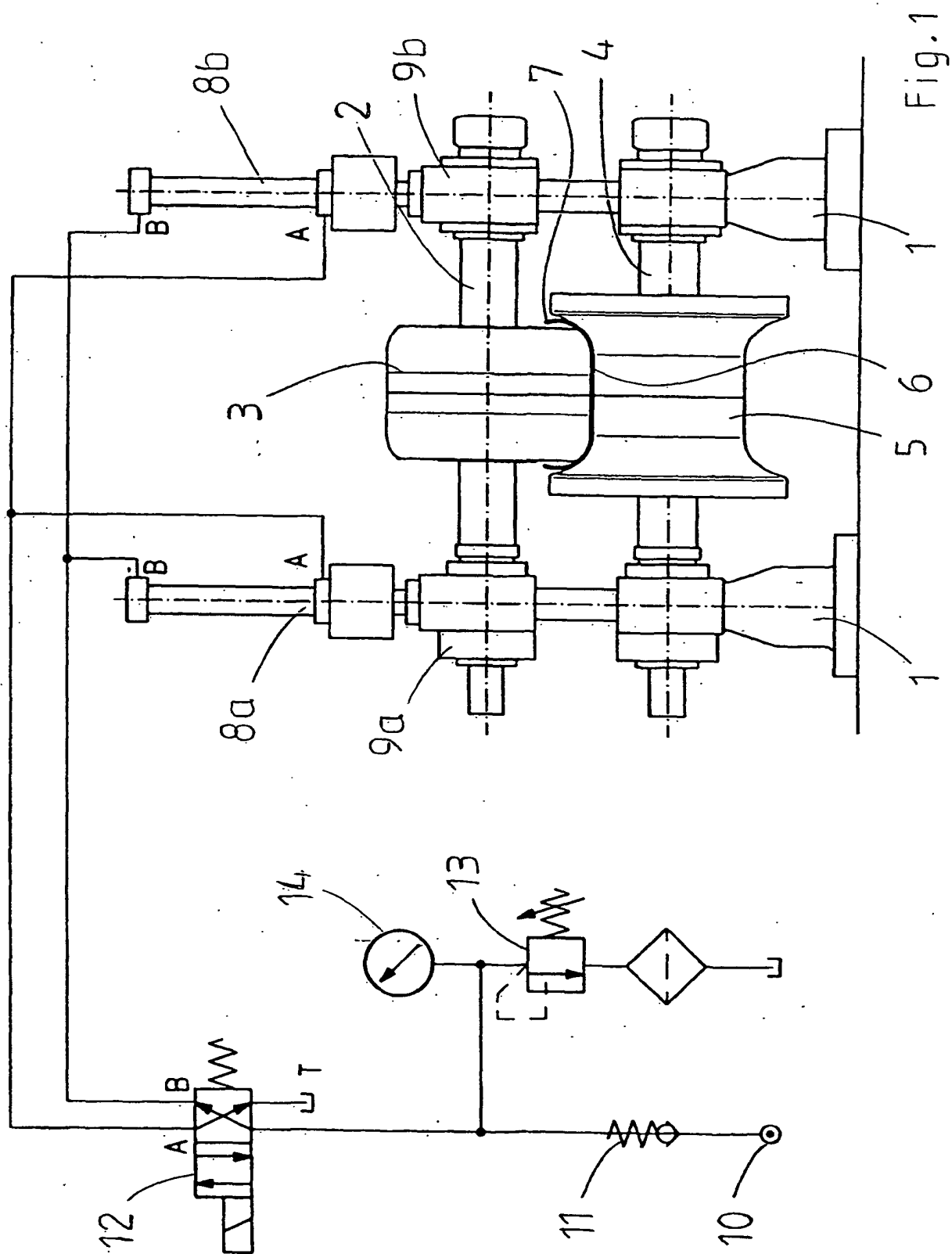


Fig. 1

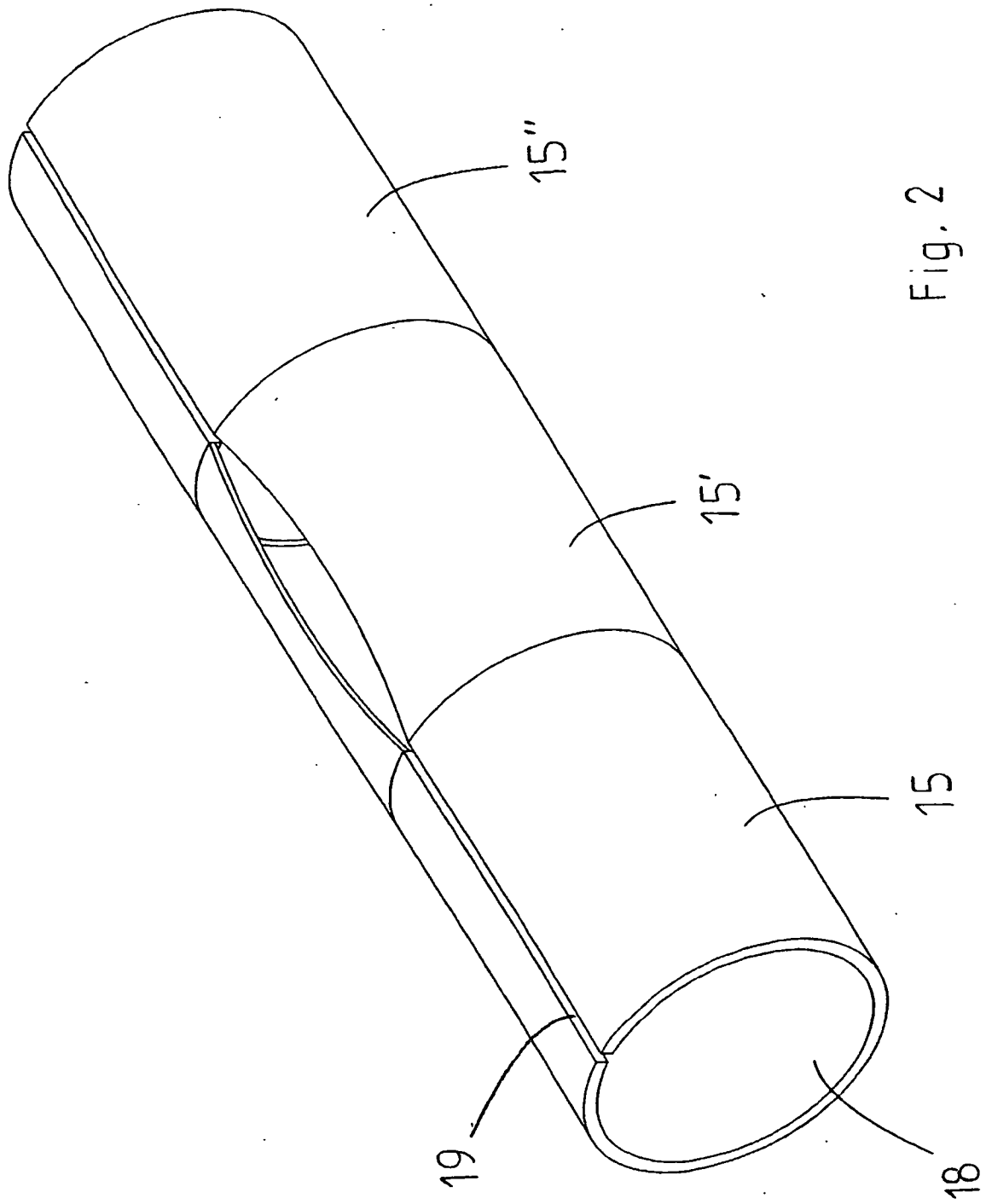


Fig. 2

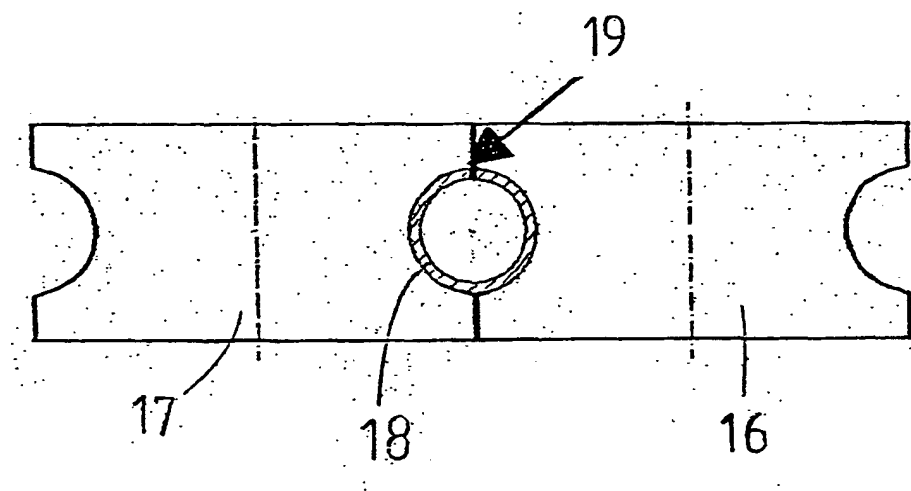


Fig. 3