(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 121 991 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.12.2002 Patentblatt 2002/50

(51) Int Cl.[7]: **B21C 37/08**, B21C 3/08

(21) Anmeldenummer: **00400311.7**

(22) Anmeldetag: **01.02.2000**

(54) **Verfahren zur Herstellung von Metallrohren**

Method for manufacturing metal pipes

Procédé de fabrication de tuyaux métalliques

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.08.2001 Patentblatt 2001/32

(73) Patentinhaber: **Nexans**
75008 Paris (FR)

(72) Erfinder:
- **Harten, Friedrich, Dipl.-Ing.**
  30173 Hannover (DE)
- **Meyer, Michael**
  30938 Fuhrberg (DE)

(74) Vertreter: **Döring, Roger, Dipl.-Ing.**
Patentanwalt,
Weidenkamp 2
30855 Langenhagen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 260 099 **US-A- 3 974 555**

- **DATABASE INSPEC [Online] INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB; SCHEIBE H -J ET AL: "Laser-arc technology for industrial hard coating deposition" Database accession no. 5916770 XP002144621 & FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLASMA SURFACE ENGINEERING, GARMISCH-PARTENKIRCHEN, GERMANY, 9-13 SEPT. 1996, Bd. 97, Nr. 1-3, Seiten 410-413, Surface and Coatings Technology, Dec. 1997, Elsevier, Switzerland ISSN: 0257-8972**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 534 (M-1486), 27. September 1993 (1993-09-27) -& JP 05 146820 A (KYOCERA CORP), 15. Juni 1993 (1993-06-15)**
- **DATABASE INSPEC [Online] INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB; BRAZA J F ET AL: "Tribological behaviour of diamond and diamondlike carbon films: status and prospects" Database accession no. 4256745 XP002144622 & 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SURFACE MODIFICATION TECHNOLOGIES, BIRMINGHAM, UK, 2-4 SEPT. 1991, Bd. 8, Nr. 7, Seiten 574-581, Materials Science and Technology, July 1992, UK ISSN: 0267-0836**

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 1 121 991 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Metallrohren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und des Anspruchs 3, (siehe z.B. US-A-3 260 099).

[0002] Aus dem Fachprospekt "Uniwema-Maschine und Zubehör" der Firma Kabel- und Metallwerke ist ein Verfahren zur Herstellung von dünnwandigen Metallrohren bekannt, bei welchem ein Metallband zu einem Schlitzrohr geformt, längsnahtverschweißt und ggfs. anschließend im selben Arbeitsgang mit einer ring- oder schraubenlinienförmigen Wellung versehen wird. Mit Hilfe dieses Verfahrens können auf wirtschaftlicher Basis unbegrenzte Längen von Rohren mit geringem Gewicht und - im Fall von gewellten Rohren - mit hoher Quersteifigkeit hergestellt werden.

[0003] Für die Erzielung einer einwandfreien Schweißnaht ist es von entscheidender Bedeutung, daß zum einen die zu verschweißenden Bandkanten fett- und oxidfrei sind und zum anderen die Bandkanten sauber geführt und während des Schweißvorgangs exakt stumpf und in gleicher Höhe aneinanderliegen. Dazu werden die Bandkanten des entfetteten Metallbandes unmittelbar vor dem Formen zum Schlitzrohr besäumt. Darüber hinaus ist der Verformung des Metallbandes zu dem Schlitzrohr Beachtung zu schenken.

[0004] Für Metallbänder aus Stahl und Kupfer haben sich Formwerkzeuge aus Stahl bewährt, die aus Formrollen- bzw. Formwalzenpaaren bestehen. Das Metallband wird dabei zwischen den Formrollen bzw. Formwalzen allmählich zum Schlitzrohr verformt.

[0005] Für Bänder aus Metallen, die zum Kaltverschweißen neigen, wie z. B. Aluminium, Aluminiumlegierungen, rostfreie Stähle, Niob, Titan u. a., werden Formwerkzeuge aus Kunststoff verwendet. Deren Nachteil liegt jedoch in einer geringen Standzeit. Die Verwendung von Formwerkzeugen aus Stahl haben den Nachteil, daß Kaltaufschweißungen an den Formrollen bzw. Formwalzen entstehen, die sich mehr und mehr aufbauen, die Geometrie der Formwerkzeuge verändern, was schließlich zu einer unvollkommenen Rohrformung und damit zu einer schlechten Schweißnaht führt. Diese Kaltverschweißung tritt verstärkt an den Stellen auf, an denen eine starke Verformung des Metallbandes erfolgt. Bei dem beschriebenen "Uniwema"-Verfahren ist dies die erste Formstufe, in welcher den Bandkantenbereichen ein Krümmungsradius erteilt wird, welcher in dem fertigen Schlitzrohr vorliegt.

[0006] Zur Lösung dieses Problems ist es aus der DE-U-94 03 594 bekannt, daß an der dem Metallband abgekehrten Oberfläche der unteren Formrolle oder Formwalze zumindest der ersten Formstufe, wo die Verformung am größten ist, eine Bürsteinrichtung angreift, welche die Oberfläche der Formrolle bzw. Formwalze blank hält.

[0007] Der Nachteil dieser bekannten Vorrichtung ist darin zu sehen, daß durch den Angriff der Bürsteinrichtung, die Oberfläche der Formrollen bzw. Formwalzen zusätzlich beansprucht wird und nicht nur die kaltverschweißten Partikel entfernt. Dadurch tritt ein zusätzlicher Verschleiß der Formrollen bzw. Formwalzen auf.

[0008] Ebenfalls verschleißen die Bürsten selbst und müssen ausgewechselt werden, was zu einer Unterbrechung der Fertigung führt. Darüber hinaus ist der Schmutzanfall sehr hoch, wodurch auch der Schweißprozeß gestört wird. Ein ganz entscheidender Nachteil ist, daß bei Verwendung von Bändern aus Aluminium es zu einer Aluminiumstaubexplosion kommen kann.

[0009] Wenn das geschweißte Rohr in seinem Durchmesser reduziert werden muß, tritt das gleiche Problem der Kaltverschweißung auch an diesem Werkzeug auf, da man bestrebt ist, die Reduzierung in einem Arbeitsschritt durchzuführen.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt von daher die Aufgabe zugrunde, die geschilderten Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung bereitzustellen, bei dem eine Kaltverschweißung der Werkzeuge von vornherein unterbunden wird.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen der Ansprüche 1 und 3 erfaßten Merkmale gelöst.

[0012] Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß durch die extrem hohe Härte der Oberfläche der Formwalzen bzw. Formrollen der Reibwert zwischen dem Band und der Formrolle bzw. der Formwalze deutlich verringert wird. Die erreichbare Härte liegt um das Fünffache höher als die Härte herkömmlicher Titannitridschichten. Es wird ein Reibwert von deutlich unter 0,1 erreicht.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen erfaßt.

[0014] Die Erfindung ist anhand der in den Figuren 1 bis 3 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0015] Das von einem nicht dargestellten Ablaufbock abgezogene Metallband 1, z. B. ein Aluminiumband von 0,25 mm Wanddicke und einer Bandbreite von ca. 20 mm wird in einer Formeinrichtung 2 in mehreren Formstufen zu einem Schlitzrohr 3 geformt und unmittelbar hinter der letzten Formstufe mittels Lichtbogenschweißung unter Schutzgas (WIG-Schweißung) oder mittels Laser zu einem längsnahtgeschweißten Rohr verarbeitet.

[0016] Die ersten drei Formstufen 4, 5 und 6 bestehen jeweils aus einer oberen Formrolle 4a, 5a und 6a sowie einer unteren Formrolle 4b, 5b und 6b, zwischen denen das Aluminiumband 1 allmählich in die Rohrform überführt wird. Ein vertikal gelagertes Formrollenpaar 7 und ein in sich geschlossener Formring 8 vervollständigen die Formeinrichtung 2. Hinter einer Schweißeinrichtung 10 wird das Rohr 3 einem Türkenkopf 11 zugeführt, der den Außendurchmesser des Rohres 3 verringert.

[0017] Bei dieser Einrichtung treten die höchsten Drücke in der ersten Formstufe 4 auf, da hier den Band-

kanten der Krümmungsradius des fertigen Schlitzrohres 3 erteilt wird. Dazu ist es erforderlich, einen kleineren Krümmungsradius zu wählen, da der elastische Anteil an der Verformung hinter der ersten Formstufe 4 wieder verlorengeht. Bei den erforderlichen hohen Drücken kommt es zu einer Kaltverschweißung, und zwar ganz verstärkt an den Stellen der unteren Formrolle 4b, an welchen die Bandkanten auf die Formrolle 4b auftreffen. An diesen Stellen lagert sich Aluminium an.

[0018] Ähnlich hohe Drücke treten bei den Rollen des Türkenkopfes auf. Hinzu kommt noch, daß bei einem Türkenkopf über den Umfang gesehen unterschiedliche Geschwindigkeiten auftreten, die zu einer Erhöhung der Reibung führen, dies insbesondere dort, wo die Reduzierung ohne eine Schmierung des durchlaufenden Rohres durchgeführt wird.

[0019] Die Formrollen 4a, 4b, 5a, 5b, 6a und 6b bestehen zweckmäßigerweise aus Stahl. Die Rollen 4a, 5a, 5b, 6a und 6b können jedoch aus Kunststoff, z. B. Polyethylen, Polyamid etc. bestehen. Die Rolle 4b muß in jedem Fall aus Stahl bestehen, da diese am stärksten beansprucht ist.

[0020] Gemäß der Lehre der Erfindung besitzen die Formrollen 4a, 4b, 5a, 5b, 6a und 6b, wenn sie denn aus Stahl bestehen, eine Oberflächenhärte von mehr als 100 GPa. Diese extrem hohe Härte wird durch Einlagerung von Kohlenstoffatomen in das Kristallgitter des Stahls der Formrolle erzielt. Das hierfür entwickelte Verfahren ist in der Zeitschrift " MO Metalloberfläche " Carl Hanser Verlag 50. Jahrgang 4/96 veröffentlicht.

[0021] Die Figur 2 zeigt eine Ansicht der ersten Formstufe 4 mit den Formrollen 4a und 4b, zwischen denen die Randbereiche des nicht näher bezeichneten Metallbandes extrem stark verformt werden. Die aufgehärtete Oberfläche der Formrollen 4a und 4b ist gestrichelt dargestellt und mit 9 bezeichnet.

[0022] Die Figur 3 zeigt einen Schnitt durch einen Türkenkopf, der aus den vier Rollen 11 a besteht. Die Oberfläche der Rollen weist ebenfalls eine Härte von mehr als 100 GPa auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Metallrohren, bei dem ein dünnwandiges zur Kaltverschweißung neigendes Metallband (1) allmählich zum Schlitzrohr (3) geformt, die stumpf aneinanderliegenden Längskanten miteinander verschweißt werden und das geschweißte Rohr in seinem Durchmesser reduziert wird, wobei das Formen des Metallbandes zum Schlitzrohr durch gegenläufige paarweise zusammenarbeitende Formrollen (4a, 4b; 5a, 5b; 6a, 6b) oder Formwalzen aus Metall erfolgt und die Formrollen oder Formwalzen das zu verformende Metallband in seinem Kantenbereich mit rollender Reibung zwischen sich führen, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Formen und Führen des Metallbandes mit Formrollen (4a, 4b; 5a, 5b; 6a, 6b) und/oder Formwalzen und das Reduzieren mit Rollen erfolgt, deren Oberflächenhärte höher als 100 GPa ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** in die Oberfläche der Formrollen oder Formwalzen Kohlenstoffatome zusätzlich integriert sind und die Oberfläche somit eine diamantähnliche Struktur großer Härte aufweist.

3. Vorrichtung zur Herstellung von Metallrohren, mit einer ein dünnwandiges zur Kaltverschweißung neigendes Metallband (1) zum Schlitzrohr (3) formenden Formeinrichtung, einer die Längskanten des Schlitzrohres verschweißenden Schweißeinrichtung sowie einer den Durchmesser des Rohres reduzierenden Einrichtung, wobei die Formeinrichtung aus gegenläufigen paarweise zusammenarbeitenden Formrollen (4a, 4b; 5a, 5b; 6a, 6b) oder Formwalzen aus Metall besteht, welche das Metallband in seinem Kantenbereich mit rollender Reibung zwischen sich führen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Formrollen (4a, 4b; 5a, 5b; 6a, 6b) und/oder Formwalzen eine Oberflächenhärte von mehr als 100 GPa aufweisen und daß die Einrichtung zum Reduzieren des Rohrdurchmessers ein sogenannter Türkenkopf ist, dessen Rollen ebenfalls eine Oberflächenhärte von mehr als 100 GPa aufweisen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** in die Oberfläche der Formrollen oder Formwalzen Kohlenstoffatome zusätzlich integriert sind und die Oberfläche somit eine diamantähnliche Struktur großer Härte aufweist.

Claims

1. A method for manufacturing metal tubes wherein a thin-walled metal band (1) with a tendency for cold-welding is gradually formed into a slotted tube (3), the rough, level longitudinal edges are welded together, and the diameter of the welded tube is reduced, wherein the metal band is formed into a slotted tube by pairs of counteracting form rollers (4a, 4b; 5a, 5b; 6a, 6b) made of metal and the form rollers guide the edges of the metal band to be formed with rolling friction **characterized in that** the forming and guiding process of the metal band is done by form rollers (4a, 4b; 5a, 5b; 6a, 6b) and reduction is done by rollers with a surface hardness of more than 100 GPa.

2. A method according to claim 1 **characterized in that** additional carbon atoms are integrated in the surface of the form rollers, creating a diamond-like

structure of high hardness on the surface.

3. A device for manufacturing metal tubes consisting of a form device gradually forming a thin-walled metal band (1) with a tendency for cold-welding into a slotted tube (3), a welding device welding the longitudinal edges of the slotted tube, and a device reducing the diameter of the tube, wherein the form device consists of counteracting pairs of form rollers (4a, 4b; 5a, 5b; 6a, 6b) made of metal and the form rollers guide the edges of the metal band with rolling friction **characterized in that** the form rollers (4a, 4b; 5a, 5b; 6a, 6b) have a surface hardness of more than 100 GPa and the device for reducing the tube diameter is a so-called Turk's head, the rollers of which also have a surface hardness of more than 100 GPa.

4. A device according to claim 3 **characterized in that** additional carbon atoms are integrated in the surface of the form rollers, creating a diamond-like structure of high hardness on the surface.

Revendications

1. Procédé pour la fabrication de tubes métalliques, selon lequel une bande métallique (1) à paroi mince manifestant une tendance à la soudure à froid est formée progressivement en un tube fendu (3), les bords longitudinaux sont alignés bout à bout et soudés l'un à l'autre et le diamètre du tube soudé est réduit, où le formage de la bande métallique en tube fendu se fait par des rouleaux (4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b) ou des cylindres de formage en métal fonctionnant par paire avec un sens de rotation opposé et où les rouleaux ou cylindres de formage guident la bande métallique à former dans la zone des bords entre eux avec un frottement par roulement, **caractérisé par le fait que** le formage et le guidage de la bande métallique se font avec des rouleaux (4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b) ou des cylindres de formage et que la réduction se fait avec des rouleaux, dont la dureté de surface est supérieure à 100 GPa.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** des atomes de carbone sont en plus incrustés dans la surface des rouleaux ou des cylindres de formage et que la surface présente donc une structure similaire à celle du diamant de grande dureté.

3. Dispositif pour la fabrication de tubes métalliques, avec un dispositif de formage pour le formage en un tube fendu (3) d'une bande métallique (1) à paroi mince manifestant une tendance à la soudure à froid, un dispositif de soudage pour le soudage des bords longitudinaux du tube fendu ainsi qu'un dispositif pour la réduction du diamètre du tube, où le dispositif de formage est composé de rouleaux (4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b) ou de cylindres de formage en métal fonctionnant par paire avec un sens de rotation opposé et où les rouleaux ou cylindres de formage guident la bande métallique à former dans la zone des bords entre eux avec un frottement par roulement, **caractérisé par le fait que** les rouleaux (4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b) et/ou cylindres de formage présentent une dureté de surface de plus de 100 GPa et que l'équipement pour la réduction du diamètre du tube est un dispositif de calibrage, dont les rouleaux présentent également une dureté de surface de plus de 100 GPa.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé par le fait que** des atomes de carbone supplémentaires sont incrustés dans la surface des rouleaux ou des cylindres de formage et que la surface présente donc une structure similaire à celle du diamant de grande dureté.

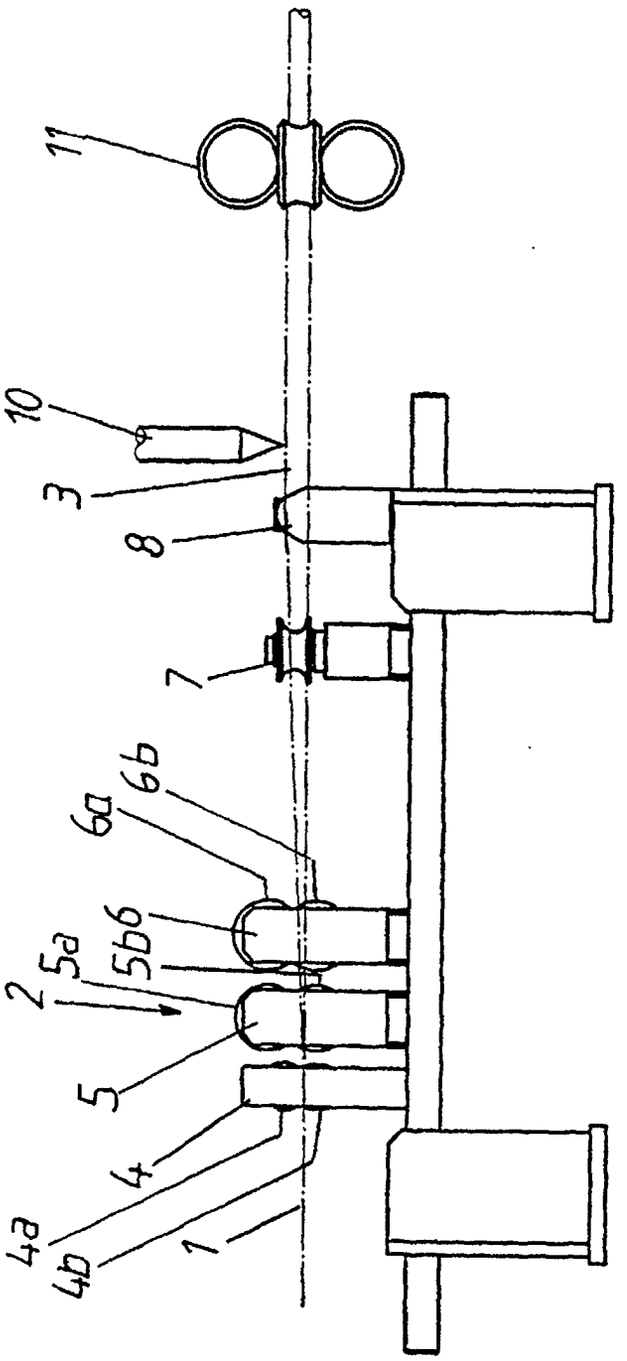


FIG 1

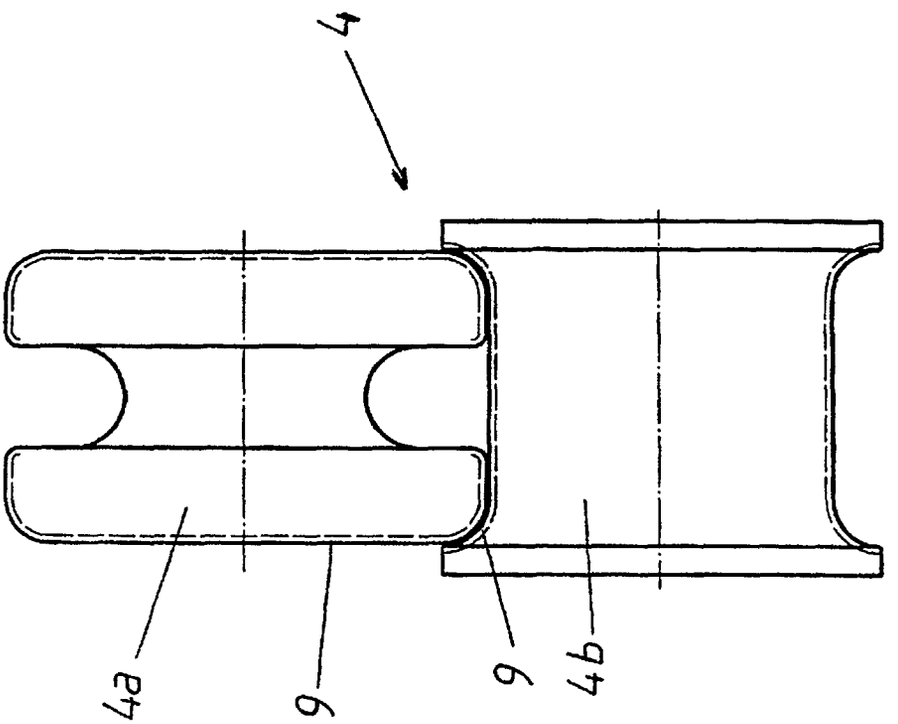


FIG 2

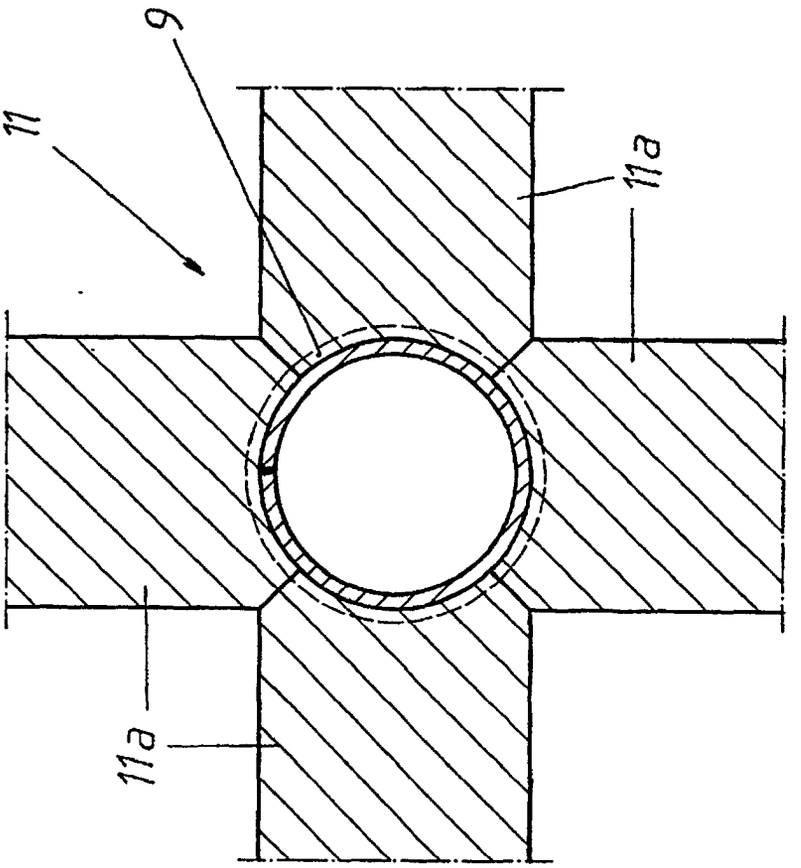


FIG 3