



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 815 972 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.10.2002 Patentblatt 2002/44

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

(21) Anmeldenummer: **97201937.6**

(22) Anmeldetag: **24.06.1997**

(54) **Verfahren zur Herstellung von Flachrohren zur Bildung von Wärmeträgerpaneelen und Presse zur Durchführung des Verfahrens**

Method for producing flat tubes for the construction of heat transfer panels and apparatus for carrying out the method

Procédé de fabrication de tubes plats pour la production de panneaux de transferts thermiques et appareil pour ce procédé

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR LI

(30) Priorität: **26.06.1996 IT BZ960032**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.01.1998 Patentblatt 1998/02

(73) Patentinhaber: **Wallnöfer, Heinrich Franz**
I-39026 Prato allo Stelvio (BZ) (IT)

(72) Erfinder: **Wallnöfer, Heinrich Franz**
I-39026 Prato allo Stelvio (BZ) (IT)

(74) Vertreter: **Faraggiana, Vittorio, Dr. Ing.**
Ingg. Guzzi & Ravizza S.r.l.
Via Vincenzo Monti 8
20123 Milano (IT)

(56) Entgegenhaltungen:
AT-A- 368 722 **GB-A- 933 288**
US-A- 2 442 850 **US-A- 5 099 576**

EP 0 815 972 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 vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Flachrohren zur Bildung von Wärmeträgerpaneelen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Bei bekannten Paneelen dieser Art, z.B. bei Sonnenkollektorabsorbern zur Erhitzung von Flüssigkeiten, wird eine Vielzahl von Rohren aneinandergereiht, um sie an ihren Enden mit entsprechenden Sammelrohren zu verbinden. Außer einen Bestandteil eines Sonnenkollektors zu bilden, könnte dieses Paneel auch einen Bestandteil von Heizwänden, Heizstrahlern und Wärmeaustauscherflächen dienen.

[0003] Einzelne Paneele bildende Kanäle hatten bis jetzt zumeist eine kreisrunde Form, während in anderen Fällen die Austauschflächen eine gewölbte Form aufwiesen.

[0004] Um den zur Verfügung stehenden Raum im höchsten Maße mit einer Höchstaustauschfläche eines Paneels zu nutzen, ist es jedoch wünschenswert, die Rohre soweit als möglich flach zu gestalten. Die Wand der Rohre sollte überdies möglichst dünn und der Querschnitt des Rohrs möglichst flach sein, um den Wärmeträgerspalt möglichst reaktionsschnell derart zu gestalten, daß er gleichmäßig aufgeheizt oder abgekühlt wird. Diese Merkmale wurden bis jetzt auch nicht mit einem Extrusionsverfahren erhalten, da es bis jetzt nicht gelungen ist, eine gewisse Rohrquerschnittsöffnung zu unterschreiten.

[0005] In der US PS 2 442 850A, werden eine Vorrichtung und Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. Anspruchs 2 zur Herstellung von Flachrohren zur Bildung von Wärmeträgerpaneelen gezeigt, ausgehend von einem Rohr mit kreisrundem Querschnitt. Das Rohr wird durch mindestens einen Ziehspalt vorgeschoben, der durch die Umfangsfläche von zwei Walzen gebildet ist. Diese sind auf zueinander parallelen Wellen mit jeweils einer in einer gemeinsamen Ebene angeordneten Achse angeordnet. Die Anzahl der Ziehspalte und die Ziehspalte derart bemessen sind, dass der kreisförmige Querschnitt in eine Flachform umgeformt wird.

[0006] Dabei sind die oberen und unteren Walzen, die von beiden Seiten auf das Rohr drücken, immer identisch. Wie in diesem Dokument in Figur 13 bis 17 gezeigt gehen ihre Formen von kreisrund auf oval und dann auf flach über, wobei das zu formende Rohr immer nur von oben und von unten gedrückt wird und niemals seitlich geführt bzw. gehalten wird; es wird auch darauf hingewiesen, dass nicht auf die Eckseiten des Rohres eingewirkt wird. Der Formspalt ist somit nicht durch die Umfangsflächen vollständig umgriffen und das zu formende Rohr kann beim Übergang von der Kreisform zu Flachform ausknicken bzw. ausreißen. Überdies sind die Umfangsflächen der beiden Arbeitswalzen zu einander symmetrisch und können daher keine Flachform mit ei-

nem zu einer der Achsen unsymmetrischen Flachformquerschnitt ausbilden.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, die sich bis jetzt gezeigten Probleme zu lösen und ein Verfahren vorzuschlagen, durch dies es möglich sein soll, mit großer Einfachheit ein Flachrohr für Paneele soweit als möglich ebenflächig und überdies mit einer kleinstmöglichen Öffnung für den Durchfluss der Flüssigkeit zu erhalten.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale und durch die Merkmale des Anspruchs 2 für die dieses Verfahren ausführende Vorrichtung gelöst.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren bedingt vor allem die allmähliche Profilierung eines kreisrunden Rohres mittels mehrerer Walzstationen, wobei das Rohr auf eine beliebige, gewünschte, als die für die Verwendung in Sonnenkollektoren als geeignetst angesehene Form gebracht wird. Das Rohr durchläuft bei seiner Umformung zwei Walzenräder, von denen eines, z.B. das untere, Seitenflansche aufweist, die das zu walzende Rohr immer von neuem seitlich zusammenhalten, damit das Rohr seitlich nicht spitz (scharfkantig) ausbrechen kann und nicht reißt, sondern abgerundete Kanten aufweist. Wird nämlich das Rohr beim vertikalen Zusammendrücken seitlich nicht gehalten, sondern besitzt die Freiheit, auszubrechen, so knickt es bei einer bestimmten Druckstufe plötzlich aus und wirft eine scharfe Kante. Bei weiterem Zusammendrücken könnte das Rohr selbst dann brechen, wenn es aus hartem Material besteht, wie im vorliegenden Fall, weil ein weiches Material jedenfalls wegen mangelnder Druckformbeständigkeit nicht geeignet wäre. Um das Rohr beim beschriebenen Formen zu schonen, können die seitlich haltenden Wände in der Form von Flanschen der Walzenräder mittels harter Federn seitlich am Walzenrad angebracht werden, die bei einer bestimmten extremen Belastung leicht nachgeben.

[0010] Diese flachen Paneele weisen bei der Verwendung als Sonnenkollektorabsorber gegenüber den kreisrunden Rohren den Vorteil auf, daß sie unmittelbar in ihrer gesamten Absorberoberfläche aneinandergereiht werden können, wobei die Wärmetragschicht dünn bleibt und wobei die Paneele in Richtung der Sonne eine nahezu plane Oberfläche mit größter spezifischer Wärmeträger Sonnen-Bescheinungsmöglichkeit bilden. Ferner ist die Kanalforn gegenüber dem Rundrohr durchgehend ziemlich gleichmäßig flach und dünn, wodurch die ganze Wärmeträgerschicht reaktionsschnell und gleichmäßig aufgeheizt oder abgekühlt wird. Daher ergeben sich eine gleichmäßige Temperatur und eine gleichmäßige, konstante Leistung auf der ganzen Absorberfläche. Rundrohre müssen für Absorber mit seitlichen Leitflügeln versehen werden, damit die Wärmeträgermenge nicht zu groß wird. Leitflügel haben einen schlechteren F'-Wert (Wärmeübertragungswert).

[0011] Gegenüber Absorberflächen, die aus Blechen geformt und geschweißt werden, ergeben diese selbst-

ständigen aus Rundrohren geformten und aneinandergereihten Flachrohre eine nahtlose und schweißfreie und daher sichere, dichte und langlebige Absorberfläche.

[0012] Außerdem ermöglichen diese Flachrohre die Fertigung verschiedener Absorberdimensionen ohne großen Aufwand. Nachdem die Absorber und auch die Heizwände mit einem bestimmten Betriebsdruck, oft bis zu 5 bar betrieben werden, muß der Kanal eine entsprechende Druck-Formbeständigkeit haben.

[0013] Flachkanäle mit geraden, planen Ober- und Unterwänden neigen dazu, stark nach oben und unten auszubauchen, und zwar auch bei sprödem Material.

[0014] Um dem entgegenzuwirken und das Flachrohr für den benötigten Druck formbeständig zu gestalten, wird bei einer Ausführungsform axial und mittig an der Unterseite des Kanals eine Sicke, bei breiteren Rohren auch zwei Sicken, wenn nötig auch kleinere Sicken oder leichtere Profilierungen auf der Oberseite eingedrückt.

[0015] In einer weiteren Variante weist das Profil des Rohres eine doppelseitige Einwölbung derart auf, daß es einen Spalt von etwa 0,5 mm innen bei der Achse und einen höheren Spalt, etwa von 2 mm in der Nähe der Längsseiten des Rohres selbst aufweist.

[0016] In einer weiteren Ausbildung weist das Flachrohr Durchwölbungen an den beiden zueinander parallelen oder fast parallelen Seiten auf, d.h. eine Ausbauchung auf der einen Seite und eine Einwölbung auf der anderen Seite. In dieser ersten Variante kann durch die Profilierung, und bei den weiteren Varianten mit der Ausbauchung und den so erreichten Ausbauchungseffekt eine hohe Druckformbeständigkeit bei einem Druck von innen erreicht werden.

[0017] In einer weiteren Ausbildung kann das kreisrunde Rohr auf seiner Innenfläche in Längsrichtung oder nur auf der Außenfläche oder auf beiden Seiten Rillen aufweisen.

[0018] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nachstehend ein Ausführungsbeispiel beschrieben, das in der beigefügten Zeichnung dargestellt ist. Es zeigen,

Figur 1 schematisch im Aufriß ein Walzwerk zur Bildung von ein Kollektorpaneel bildenden Kanälen,

Figur 2 den Schnitt gemäß der Schnittebene II-II aus Figur 1,

Figur 3 den Schnitt gemäß der Schnittebene III-III aus Figur 1, und

Figur 4 a-e verschiedene Formen von Flachrohren zur Bildung von Sonnenkollektorpaneelen.

[0019] In Figur 1 ist ein Walzwerk dargestellt, das aus einem Gerüst 1 mit zwei zueinander parallelen Stützen 2 besteht. In den Stützen 2 sind untere, Walzen 4 tra-

gende Wellen 3 und obere, Walzen 6 tragende Wellen 5 gelagert. Die Walzen 4 und 6 bilden Walzenpaare 7, 8, 9, 10, wobei auch nur ein einziges Walzenpaar vorliegen könnte oder auch mehr als vier Stück. Die Achsen der Wellen 3, 5 eines jeden Paares von 7 bis 10 liegen zueinander horizontal parallel, in einer gemeinsamen, vertikalen Ebene. Ein jedes Paar von Walzen 7, 8, 9 und 10 ist derart dem anderen Paar zugeordnet, daß ein Walzwerk gebildet wird.

[0020] Die Profile der Umfangsfläche der Walzen 4 und 6 eines jeden Walzenpaares hängt von der Abmessung eines zu walzenden Rundrohres 11 und vom Profil des Endkanals mit abgeflachter Form 13, die man zur erhalten wünscht, ab. Die Walzen der dazwischenliegenden Walzenpaare, im vorliegenden Fall, jene 8 und 9 müssen derartige Umfangsflächen aufweisen, daß durch den durch die genannten Profile gebildeten Spalt eine allmähliche Umformung ohne übermäßige Beanspruchung erfolgt, die auf das Rohr bei dessen Durchlauf gemäß des Pfeiles 12 durch den zwischen den Profilen der Stirnflächen der Walzen 3 und 5 gebildeten Spalt ausgeübt wird.

[0021] Sollte man wie in dem in Figur 2 und 3 und in Figur 4b dargestellten Beispiel es wünschen, ein doppelteingewölbtes, symmetrisches Profil 14 zu erhalten, so werden die Profile der Umfangsfläche der Walzen eines jeden Walzenpaares zueinander identisch sein. Sollte nun eine Ausbildung der Profile gemäß Figur 4c, d und e gewünscht werden, so müssen die Profile der Walzen entsprechend geformt sein, wobei z.B. bei Figur 4c eine untere Walze herangezogen wird, die, in ihrer Mittelebene zugespitzt, einen umlaufenden Vorsprung aufweist, um eine im wesentlichen dreieckige Nut 20 für ein außen gerieftes Flachrohr 15 zu schaffen.

[0022] In Figur 4d sind die oberen Walzen hingegen ausgebaucht, während die unteren eingebuchtet sind, um das Flachrohr 16 zu erhalten, während für das Flachrohr 17 nur eine andere Verlegungsmöglichkeit des Flachrohr 16 darstellt.

[0023] Wie in Figur 2 und 3 dargestellt, weist erfindungsgemäß z.B. die unter Walze 4 zwei Stirnflanschen 21 und 22 auf, in deren Zwischenraum die obere Walze 6 derart eintaucht, daß zwischen den Flanschen das Profil des Rohrs selbst eintaucht, das aufgrund des auf dasselbe ausgeübte Druckes "auszuweichen" versucht.

[0024] Es ist klar, daß das Walzwerk eine beliebige Anzahl von Walzenpaaren je nach dem zu walzenden Material und der gewünschten Verformung umfassen kann, wobei von einem Rundrohr ausgegangen wird, das innen und außen glatt oder einseitig gerillt sein kann. Der Antrieb der Walzen selbst kann beliebig sein, beispielsweise könnte nur eine einzige eines jeden Walzenpaares angetrieben werden, oder es könnte ein beliebiges anderes Antriebssystem bekannter und nicht dargestellter Art Anwendung finden, um das Rohr durch Ziehen durch die zwischen den Walzen eines jeden Walzenpaares gebildeten Spalt vorzutreiben.

[0025] Die durch das beschriebene Walzverfahren er-

haltenen Flachrohre können für einen Kollektorabsorber oder eine Wärmetauscherwand mit einem gegen-
seitigen Seitenabstand von 0 bis 15 cm verlegt werden
(sog. Rippenabsorber). Die seitliche Verbindung der Ka-
näle kann mittels Aluminium oder Kupferblech erfolgen,
die mit den Flachrohren guten Wärmeleitkontakt haben.

[0026] Die höchste Leistung mit diesen Flachrohren
wird aber erzielt, wenn eine Vielzahl solcher Flachrohre
ohne Leitbleche eng an ihren Seiten aneinandergereiht
werden, und dadurch eine vollflächig durchströmte
Wand mit engem Spalt bilden.

[0027] Bei Rundrohren ist dies nicht gut möglich, weil
dabei für Kollektorabsorber die Heizmittelschicht zu dick
ist und die Oberflächen-Selectivbeschichtung wegen
der starken Wellung und der vielen Fugen schwierig ist.

[0028] Die Vorteile gegenüber den bestehenden be-
kannten Systemen sind folgende:

[0029] Bei der vollflächig durchströmten Wand, gebil-
det aus vielen eng aneinander anliegenden glatten oder
innen und eventuell auch außen gerillten Flachrohren
gegenüber dem bekannten Rippensystem, entsteht bei
einer sehr dünnen Heizmittelschicht eine sehr große
spezifische Heizmitteloberfläche. Bei Verwendung für
Solarabsorber bildet sich zusätzlich eine sehr große di-
rekte Heizmittel-Sonnenbescheinungsfläche und da-
durch ergibt sich eine schnellere Reaktion und Aufhei-
zung, bei geringer Temperaturdifferenz auf der ganzen
Oberfläche und somit ein sehr hoher Wirkungsgrad und
Ertrag.

[0030] Durch die Innenrillen und eventuell auch Au-
ßenrillen wird diese Wirkung durch die zusätzliche
Oberflächenvergrößerung verstärkt.

[0031] Außerdem bewirken die Innenrillen einen tur-
bulenten Durchlauf des Heizträgers, sowie einen Kapi-
lareffekt und dadurch eine Verstärkung und Beschleu-
nigung des Wärmetauschers.

[0032] Zweckmäßige Varianten und Ausbildungen
können ausgeführt sein, ohne den Schutzbereich der
vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0033] Obgleich beliebige Materialien verwendet wer-
den können, wird Kupfer bevorzugt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Flachrohren zu Bil-
dung von Wärmeträgerpaneelen, ausgehend von
einem Rohr mit kreisrundem Querschnitt, wobei
das Rohr durch mindestens einen Ziehspalt vorge-
schoben wird, der durch die Umfangsfläche von
zwei Walzen (4, 6) gebildet ist, die auf zueinander
parallelen Wellen mit jeweils einer in einer gemein-
samen Ebene angeordneten Achse angeordnet
sind, und wobei die Anzahl der Ziehspalte und die
Ziehspalte derart bemessen sind, dass der kreisfö-
rmige Querschnitt in eine Flachform umgeformt
wird,
dadurch gekennzeichnet, dass eine der Walzen

(4 oder 6) mit Flanschen (21, 22) versehen ist, zwi-
schen denen die zweite Walze teilweise derart ein-
taucht, dass der durch die Umfangsflächen der bei-
den Walzen gebildete Spalt allseitig geschlossen
ist.

2. Vorrichtung zu Durchführung des Verfahrens nach
Anspruch 1, zur Herstellung von Flachrohren zur
Bildung von Wärmeträgerpaneelen, ausgehend
von einem Rohr mit kreisrundem Querschnitt, wo-
bei das Rohr durch mindestens einen Ziehspalt vorge-
schoben, der durch die Umfangsfläche von zwei
Walzen gebildet ist, die auf zueinander parallelen
Wellen mit jeweils einer in einer gemeinsamen Ebe-
ne angeordneten Achse angeordnet sind, wobei die
Anzahl der Ziehspalte und die Ziehspalte derart be-
messen sind, dass der kreisförmige Querschnitt in
eine Flachform umgeformt wird, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** eine der Walzen (4 oder 6) mit Flan-
schen (21, 22) versehen ist, zwischen denen die
zweite Walze teilweise derart eintaucht, dass der
durch die Umfangsflächen der beiden Walzen ge-
bildete Spalt allseitig geschlossen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekenn-
zeichnet, daß** ihr mindestens eine weitere nachfol-
gende Vorrichtung zugeordnet ist, mit allmählicher
Verformung von dem kreisförmigen Querschnitt zu
einem flachen Querschnitt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekenn-
zeichnet, daß** eine der Walzen (4 oder 6) oder bei-
de mindestens eine Erhebung aufweist, um eine
oder mehrere Längsrillen (20) auf einer oder beiden
Seiten gleichzeitig mit der Zusammendrückung der
Rohrleitung zur Ausführung eines im wesentlichen
rechteckigen Querschnittes (15) des Flachrohres
zu erhalten.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekenn-
zeichnet, daß** beide Walzen (4 oder 6) wirksame,
identische, ausgebauchte Umfangsoberflächen
derart aufweisen, daß ein Flachrohr mit doppelt ein-
gebuchtetem Querschnitt (14) gebildet wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekenn-
zeichnet, daß** die Oberfläche einer der Walzen (4
oder 6) ausgebaucht ist, während die Umfangsflä-
che der anderen Walze (6 oder 4) derart eingebuch-
tet ist, daß ein eingebuchtetes-ausgebauchtes
Flachrohr (16, 17) entsteht.

Claims

1. Method of producing flat tubes to form heat transfer
panels, starting from a tube with a circular cross-
section, the tube being advanced through at least

one drawing gap formed between the circumferential faces of two rollers (4, 6), which are disposed on shafts parallel to each other, each shaft having an axis disposed in a common plane, and the number of drawing gaps and the drawing gaps being such that the circular cross-section is reshaped into a flat configuration, **characterised in that** one of the rollers (4 or 6) is provided with flanges (21, 22), between which the second roller partially extends in such a manner that the gap, formed between the circumferential faces of the two rollers, is closed on all sides.

2. Apparatus for accomplishing the method, according to claim 1, of producing flat tubes to form heat transfer panels, starting from a tube with a circular cross-section, the tube being advanced through at least one drawing gap formed between the circumferential faces of two rollers, which are disposed on shafts parallel to each other, each shaft having an axis disposed in a common plane, and the number of drawing gaps and the drawing gaps being such that the circular cross-section is reshaped into a flat configuration, **characterised in that** one of the rollers (4 or 6) is provided with flanges (21, 22), between which the second roller partially extends in such a manner that the gap, formed between the circumferential faces of the two rollers, is closed on all sides.
3. Apparatus according to claim 2, **characterised in that** it has associated therewith at least one additional follow-on apparatus, with a gradual deformation from the circular cross-section to a flat cross-section.
4. Apparatus according to claim 2, **characterised in that** one of the rollers (4 or 6) or both has or have at least one raised portion in order to receive one or more longitudinal grooves (20) on one or both sides simultaneously with the compression of the tubing to accomplish a substantially rectangular cross-section (15) of the flat tube.
5. Apparatus according to claim 2, **characterised in that** both rollers (4 or 6) have effective, identical, bulged circumferential surfaces so that a flat tube with a doubly indented cross-section (14) is formed.
6. Apparatus according to claim 2, **characterised in that** the surface of one of the rollers (4 or 6) bulges out, while the circumferential face of the other roller (6 or 4) is indented in such a manner that an indented-and-bulged flat tube (16, 17) is produced.

Revendications

1. Procédé de fabrication de tubes plats pour former des panneaux caloporteurs à partir d'un tube de section circulaire, dans lequel le tube est déplacé à travers au moins une fente d'emboutissage qui est formée par la surface périphérique de deux rouleaux (4, 6) qui sont disposés sur des arbres parallèles comportant chacun un axe placé dans un plan commun, et dans lequel le nombre de fentes d'emboutissage et les fentes d'emboutissage sont dimensionnés de façon à conférer une forme aplatie à la section circulaire, **caractérisé en ce que** l'un des rouleaux (4 ou 6) est doté de joues (21, 22) entre lesquelles le deuxième rouleau pénètre partiellement de telle façon que la fente formée par les surfaces périphériques des deux rouleaux soit fermée de toutes parts.
2. Dispositif destiné à la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, en vue de réaliser des tubes plats pour former des panneaux caloporteurs à partir d'un tube de section circulaire, dans lequel le tube est déplacé à travers au moins une fente d'emboutissage qui est formée par la surface périphérique de deux rouleaux qui sont disposés sur des arbres parallèles comportant chacun un axe placé dans un plan commun, et dans lequel le nombre de fentes d'emboutissage et les fentes d'emboutissage sont dimensionnés de façon à conférer une forme aplatie à la section circulaire, **caractérisé en ce que** l'un des rouleaux (4 ou 6) est doté de joues (21, 22) entre lesquelles le deuxième rouleau pénètre partiellement de telle façon que la fente formée par les surfaces périphériques des deux rouleaux soit fermée de toutes parts.
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** lui est associé au moins un autre dispositif, placé en aval, destiné à effectuer une déformation progressive de la section circulaire en une section aplatie.
4. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'un des rouleaux (4 ou 6) ou les deux comporte au moins une élévation afin de ménager une ou plusieurs rainures longitudinales (20) sur l'un des côtés ou sur les deux côtés tout en comprimant le conduit tubulaire pour réaliser un tube plat (15) de section transversale sensiblement rectangulaire.
5. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les deux rouleaux (4 ou 6) présentent des surfaces périphériques actives bombées identiques, de façon à former un tube plat (14) de section doublement dentelée.

6. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la surface de l'un des rouleaux (4 ou 6) est bombée, tandis que la surface périphérique de l'autre rouleau (6 ou 4) est dentelée, de façon à réaliser un tube plat (16, 17) bombé et dentelé.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

