

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 608 747 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94100621.5**

(51) Int. Cl.⁵: **B21C 37/26**

(22) Anmeldetag: **18.01.94**

(30) Priorität: **23.01.93 DE 4301829**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.94 Patentblatt 94/31

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **Balcke-Dürr AG**
Homberger Strasse 2
D-40882 Ratingen(DE)

(72) Erfinder: **Blum, Jörg, Dr.-Ing.**
Märkische Strasse 105
D-45279 Essen(DE)

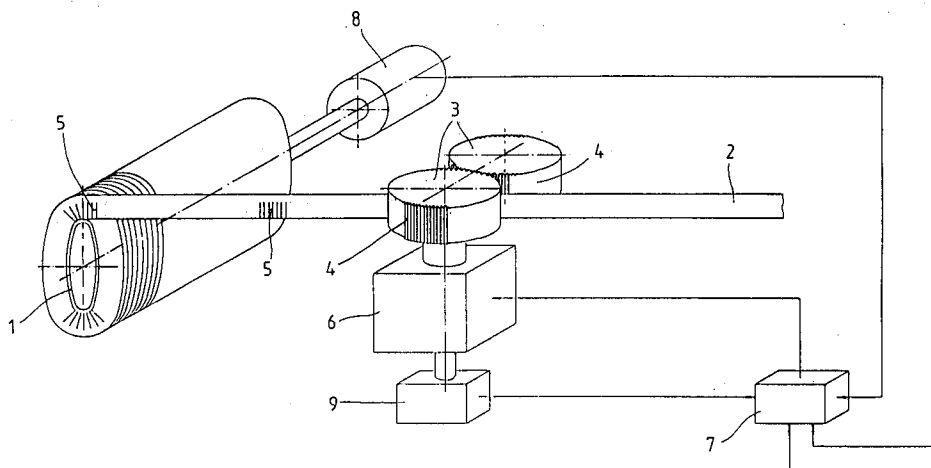
(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring**
Patentanwälte
Kaiser-Friedrich-Ring 70
D-40547 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Bewickeln von Rohren mit vorzugsweise ovalem oder elliptischem Querschnitt.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bewickeln von Rohren (1) mit vorzugsweise ovalem oder elliptischem Querschnitt mit von einer Rolle abgezogenem Band (2), das senkrecht zur Rohroberfläche mit von der Fußkante zur Kopfkante steigender Verformung wendelförmig auf das drehend angetriebene Rohr (1) aufgezogen wird. Um die neutrale Faser des aufzuwickelnden Bandes (2) in Richtung zur Kopfkante zu verlagern, wird das

Band (2) vor dem Auflaufen auf das Rohr (1) in denjenigen Bandabschnitten, die auf die Rohroberfläche mit dem größten radialen Abstand zur Rohrlängsachse und dem kleinsten Krümmungsradius aufgezogen werden, mit von der Fußkante ausgehenden, den Formänderungswiderstand im Fußbereich des Bandes (2) verringernden Einprägungen (5) versehen.

Fig.1



EP 0 608 747 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bewickeln von Rohren mit vorzugsweise ovalem oder elliptischem Querschnitt mit von einer Rolle abgezogenem Band, das senkrecht zur Rohroberfläche mit von der Fußkante zur

Kopfante steigender Verformung wendelförmig auf das drehend angetriebene Rohr aufgezogen wird.

Es sind bereits eine Mehrzahl von Verfahren und Vorrichtungen zum Bewickeln von Rohren, auch mit ovalem oder elliptischem Querschnitt, mit Band bekannt; derartige Rippenrohre werden vorzugsweise zur Herstellung von Wärmetauschern verwendet, bei denen das wärmeabgebende Fluid im Inneren der Rohre strömt und seine Wärme an ein gasförmiges Medium abgibt, das die Rohre quer zu ihrer Längsachse umströmt.

Da die Strömungsverluste bei der Umströmung der berippten Wärmetauscherrohre in den Gesamtwirkungsgrad des Wärmetauschers eingehen, hat man sich bisher bemüht, das Band glatt, d.h. ohne Falten auf das Rohr aufzuwickeln, um die durch Faltenbildung auftretenden Druckverluste zu vermeiden. Außerdem steigt die Verschmutzungsgefahr, wenn das auf die Rohroberfläche aufgewickelte Band insbesondere im Fußbereich Falten aufweist, da sich hier Verschmutzungen anlagern.

Das wendelförmige Bewickeln von im Querschnitt ovalen oder elliptischen Rohren mit senkrecht zur Rohroberfläche stehendem Band erfordert eine Umformung des Bandes, die eine Kombination eines Streckziehvorganges mit einem Biegevorgang darstellt. Das entsprechend der Krümmung der Rohroberfläche auf das Rohr aufgezogene Band wird gebogen und gleichzeitig gezogen, so daß die äußerste Faser im Kopfbereich des Bandes Dehnungen zum einen für den reinen Biegevorgang und zum anderen für den Streckziehvorgang unterworfen wird. Diese Dehnungen sind insbesondere im Bereich der Rohroberfläche mit dem größten radialen Abstand zur Rohrlängsachse und dem kleinsten Krümmungsradius sehr hoch.

Während bei großen Krümmungsradien bei einem reinen Biegevorgang die neutrale Faser des Bandes etwa in der Mitte zwischen der Fuß- und der Kopfante des Bandes liegt und der Umformgrad in den gedehnten Fasern im Kopfbereich etwa dem der gestauchten Fasern im Fußbereich entspricht, wandert bei kleineren Krümmungsradien die neutrale Faser in Richtung zur Fußante. Hierdurch wird der Umformgrad der äußeren Faser betragsmäßig größer als der Umformgrad der inneren Faser. Wenn zusätzlich im Fußbereich des Bandes das Widerstandsmoment erhöht wird, beispielsweise durch eine Profilierung in der Form eines abgewinkelten Fußbandes, erfolgt eine zusätzliche Verlagerung der neutralen Faser in Richtung auf die innere Fußante des Bandes, wodurch der Umformgrad im Dehnungsbereich an der Kopf-

5 kante nochmals größer und im Stauchbereich an der Fußante kleiner wird. Hieraus resultiert, daß die Bruchdehnung des Bandmaterials sehr groß sein muß und das Material entsprechend gute Fließeigenschaften besitzen muß, wenn das Band ohne Risse im Kopfbereich auf Rohre mit von der Kreisform abweichendem Querschnitt aufgewickelt werden soll. Die Materialeigenschaften müssen um so hochwertiger sein, je stärker der Unterschied der beiden extremen Krümmungsradien der Rohroberfläche ist; eine Profilierung des Bandes im Fußbereich erhöht die Anforderungen an das Bandmaterial.

10 Um das Einreißen des Bandes im Kopfbereich und insbesondere ein zu längeren Stillstandszeiten des Herstellungsprozesses führendes Reißen des Bandes zu vermeiden, ist es bekannt, das Band im Kopfbereich während des Aufbringens auf das Rundrohr auszuwalzen. Dieser Walzvorgang unterstützt den Dehnungsvorgang im Kopfbereich und tritt dem Entstehen von Rissen durch eine Bandstärkenverringern und damit Verlängerung in Bandlängsrichtung entgegen.

15 Derartige Maßnahmen haben zwar dazu geführt, daß Bänder aus Stahl und auch aus Aluminium auch mit höherer Wickelgeschwindigkeit auf Rohre mit ovalem oder elliptischem Querschnitt großtechnisch aufgewickelt werden können; die Anforderungen an die gleichbleibende Qualität des Bandmaterials sind jedoch sehr hoch. Dies führt dazu, daß selbst bei einer geringfügigen Verschlechterung der Materialeigenschaften Probleme beim Wickelvorgang auftreten, die teilweise durch eine erhebliche Herabsetzung der Wickelgeschwindigkeit, teilweise aber nur durch Ersatz des minderwertigen Bandes beseitigt werden können.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bewickeln von Rohren mit vorzugsweise ovalem oder elliptischem Querschnitt mit von einer Rolle abgezogenem Band zu schaffen, die zur Verwendung auch weniger hochwertigen Bandes geeignet sind und mit denen Wärmetauscherrohre hergestellt werden, die sich hinsichtlich ihrer Strömungseigenschaften nicht nachteilig von den bekannten Rohren unterscheiden.

25 Die Lösung dieser Aufgabenstellung durch das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß das Band vor dem Auflaufen auf das Rohr in denjenigen Bandabschnitten, die auf die Rohroberfläche mit dem größten radialen Abstand zur Rohrlängsachse und dem kleinsten Krümmungsradius aufgezogen werden, mit von der Fußante ausgehenden, den Formänderungswiderstand im Fußbereich des Bandes verringern den Einprägungen versehen wird.

30 Mit dem erfindungsgemäßen Vorschlag wird im kritischen Bereich, das ist die Rohroberfläche mit

dem größten radialen Abstand zur Rohrlängsachse und mit dem kleinsten Krümmungsradius, im Stauchbereich der Umformwiderstand des Bandes unter das Moment abgesenkt, das dem Fließen des Materials in den äußeren Fasern des Kopfbereiches entgegenwirkt. Hierdurch verschiebt sich die neutrale Faser des Bandes in Richtung zur Kopfkante, so daß sich ein selbst an der Fußkante profiliertes Band im Fußbereich besser stauchen läßt, wodurch bei gleichem Gesamtumformungsgrad das Band im Kopfbereich weniger gedehnt werden muß. Damit sinken die Qualitätsanforderungen an das Band, so daß auch preiswertere Bänder zum Bewickeln der Rohre verwendet werden können und auch die Qualitätsforderungen an die Maßhaltigkeit der Rohre herabgesetzt werden können.

Sofern das erfindungsgemäße Verfahren für im Querschnitt L-förmige Bänder angewendet werden soll, wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgeschlagen, die Einprägungen mit einer mindestens der Breite des abgewinkelten Fußschenkels entsprechenden Tiefe auszuführen. Hierdurch ergibt sich eine besonders große Verlagerung der neutralen Faser von der Fuß- zur Kopfkante des Bandes.

Obwohl es in vielen Fällen ausreicht, die erfindungsgemäßen Einprägungen nur auf einer Seite des Bandes vorzusehen, wird mit einer Weiterentwicklung der Erfindung vorgeschlagen, die Einprägungen in beiden Seiten des Bandes auszubilden. Hierbei kann es erfindungsgemäß vorteilhaft sein, die Einprägungen auf den beiden Bandseiten in Bandlängsrichtung zueinander versetzt auszuführen.

Die zur Lösung der voranstehend dargelegten Aufgabenstellung erfindungsgemäß ausgebildete Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß im Zulaufbereich des Bandes mindestens eine Walze angeordnet ist, die mindestens einen Abschnitt mit einer den Einprägungen entsprechenden Profilierung aufweist und die von einem Motor angetrieben ist, dessen Drehbewegung mittels eines mit dem Drehantrieb des Motors gekoppelten, die Winkellage und Drehzahl des Rohres aufnehmenden Sensors durch einen Regler geregelt ist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird sichergestellt, daß die zur erfindungsgemäßen Verlagerung der neutralen Faser des Bandes vorgesehenen Einprägungen nur in denjenigen Bandbereichen aufgebracht werden, die auf die Rohroberfläche mit dem größten radialen Abstand zur Rohrlängsachse und dem kleinsten Krümmungsradius aufgezogen werden. Damit liegen diese Prägungen im wesentlichen parallel zur Anströmrichtung des berippten Rohres, die stets parallel zur großen Achse des im Querschnitt ovalen bzw. elliptischen Rohres verläuft. Die Einprägungen haben somit keine nennenswerte Vergrößerung des Strömungs-

widerstandes und keine meßbare Verschlechterung der Verschmutzungsneigung des berippten Rohres zur Folge.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist darin zu sehen, daß durch den beim Prägevorgang auftretenden Formschluß zwischen Walze und zulaufendem Band die vom drehend angetriebenen Rohr auf das Band ausgeübte Zugkraft in denjenigen Bereichen reduziert wird, in denen die höchste Zulaufgeschwindigkeit herrscht. Es ergibt sich somit eine Entlastung des Bandes von extrem hohen und schwellend ansteigenden Zugkräften, wodurch zusätzlich die Gefahr des Entstehens von Anrissen verringert wird. Auftretende Toleranzen können durch eine Regelung des Walzenantriebsmotors ausgeglichen werden.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung umfaßt die Vorrichtung ein miteinander gekoppeltes Walzenpaar, zwischen denen die Einprägungen erzeugt werden. Hierbei sind gemäß einer erfindungsgemäßen Weiterbildung beide Walzen des Walzenpaares mit den Einprägungen entsprechenden Profilierungen versehen.

Auf der Zeichnung sind ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung und zwei Ausführungsbeispiele für die erfindungsgemäßen Einprägungen dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 eine schematische perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines mit einseitigen Einprägungen versehenen Bandabschnittes in einer perspektivischen Ansicht und einem Querschnitt und

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines mit beidseitigen Einprägungen versehenen Bandabschnittes in einer perspektivischen Ansicht und einer zugehörigen Draufsicht.

Die Fig. 1 zeigt schematisch ein im Querschnitt elliptisches Rohr 1, das von einem nicht dargestellten Antrieb um seine Längsachse drehend angetrieben wird und hierbei ein Band 2 auf seine Rohroberfläche aufwickelt, das von einer nicht dargestellten Rolle abgezogen wird. Im Zulaufbereich des Bandes 2 sind beim dargestellten Ausführungsbeispiel zwei miteinander gekoppelte Walzen 3 angeordnet, die jeweils auf einem Teil ihres Umfangs mit Profilierungen 4 in der Art von Zähnen versehen sind. Der Abstand der Drehachsen der beiden Walzen 3 ist derart gewählt, daß das Band 2 im Bereich der profilierungsfreien Umfangsabschnitte der Walzen 3 berührungslos zwischen den Walzen 3 hindurchlaufen kann, daß bei einem Durchlauf des Bandes 2 zwischen einander gegenüberstehenden Profilierungen 4 jedoch Einprägungen 5 im Band 2 entstehen, wie dies in Fig. 1

angedeutet ist.

Die miteinander gekoppelten Walzen 3 sind durch einen Motor 6 antreibbar, dessen Drehbewegung durch einen Regler 7 regelbar ist. Dieser Regler 7 erhält Signale über die Drehzahl und die Winkellage des Rohres 1 durch einen Sensor 8, der in geeigneter Weise mit dem Rohr 1 bzw. dem Drehantrieb des Rohres 1 verbunden ist. Weiterhin werden dem Regler 7 Signale über die Winkellage und Drehzahl der Walzen 3 durch einen Sensor 9 mitgeteilt, der mit dem Motor 6 zum Antrieb der Walzen 3 verbunden ist. Schließlich können dem Regler 7 Informationen zur Korrektur der Winkellage und ggf. zur Stillsetzung aufgegeben werden, wobei im letztgenannten Fall profilierungslose Abschnitte der Walzen 3 einander gegenüberstehen.

In Fig. 2 ist anhand einer perspektivischen Ansicht und eines Querschnittes ein Ausführungsbeispiel für das Einbringen von Einprägungen 5 dargestellt. Die Fig. 2 zeigt, daß bei dieser Ausführung die Einprägungen 5 nur auf einer Seite des Bandes 2 eingebracht sind, und zwar auf der dem abgewinkelten Fuß 2a gegenüberliegenden Seite des Bandes 2.

Das zweite Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 zeigt dagegen, daß Einprägungen 5 auch auf beiden Seiten des Bandes 2 ausgeführt werden können. Beim Ausführungsbeispiel sind sie in Längsrichtung des Bandes 2 gegeneinander versetzt. Die Einprägungen 5 sind derart ausgeführt, daß sie durch den Fuß 2a des Bandes 2 hindurchgehen.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel hat das im Querschnitt elliptische Stahlrohr äußere Abmessungen von 55 x 18 mm. Auf dieses Rohr wird ein Stahlband St4G mit den Abmessungen 13,8 X 0,35 mm hochkant aufgewickelt, das zur Erhöhung des Wärmeüberganges zwischen dem Rohr 1 und dem Band 2 an der Fußkante mit einem rechtwinklig abgewinkelten Fuß 2a versehen ist, dessen Kantenlänge 1 mm beträgt. Durch die gezielt aufgebrachten Einprägungen 5 entsteht eine Art Sollfaltstellenmarkierung, wodurch die neutrale Faser des Bandes 2 beim Wickeln um etwa 1,1 mm in Richtung der Kopfkante verschoben wird und die Einschnürring des Bandes 2 sich von 37 % auf 26 % des Ausgangsquerschnittes reduziert. Durch Vermeidung von Anrissen im Kopfbereich des Bandes 2 und Beseitigung von Störzeiten aufgrund von Bandrissen wird hierdurch die Produktivität des Wickelprozesses erheblich gesteigert. Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung stellt hierbei sicher, daß die mit den Profilierungen 4 versehenen Walzen 3 stets derart gesteuert werden, daß genau zu dem Zeitpunkt, an dem der Wickelvorgang um die große Achse des ovalen Rohres 1 stattfindet, das Band 2 von den Walzen 3 markiert und gleichzeitig angetrieben wird. Durch das gleichzeitige Antreiben des Bandes 2 während des Wickelns um

die hohe Achse werden nicht nur die Einprägungen 5 in das Band 2 eingebracht, sondern extrem hohe Zugkräfte vermieden, die aufgrund der unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten des im Querschnitt ovalen Rohres 1 innerhalb des Bandes 2 auftreten. An denjenigen Stellen, an denen das Band 2 mit Einprägungen 5 versehen worden ist, faltet es sich geringfügig während des Wickelvorganges auf das Rohr 1.

Wenn die Walzen 3 nicht im Eingriff sind, wird das Band 2 durch die Rotationsbewegung des Rohres 1 von der nicht dargestellten Rolle abgewickelt, so daß unabhängig von der Form des Rohres 1 stets die benötigte Bandmenge abgezogen wird. Sobald sich das Rohr 1 jedoch um 180° gedreht hat, werden die Walzen 3 angetrieben, um erneut Einprägungen 5 im Band 2 zu erzeugen.

Durch die Wahl der Regelgrößen (Winkellage und Drehzahl des Rohrantriebes) wird gewährleistet, daß der durch den Motor 6 dargestellte Folgeantrieb und damit der markierte Bereich des Bandes 2 jederzeit genau an der zuvor eingestellten Stelle entsteht und lagerichtig auf das Rohr 1 aufläuft. Etwaige Toleranzen des Rohres 1 gleichen sich automatisch in derjenigen Zeit aus, in welcher der große Radius des im Querschnitt ovalen Rohres 1 bewickelt wird, wobei in Abhängigkeit von der jeweiligen Form des Ovalrohres in derselben Zeiteinheit entweder mehr oder weniger Band 2 von der Rolle abgezogen wird.

Durchgeführte Versuche haben ergeben, daß mit dem voranstehend beschriebenen Verfahren und der zugehörigen Vorrichtung Bänder zum Bewickeln von Rohren verwendet werden können, die nach den herkömmlichen Verfahren und Vorrichtungen nicht verarbeitet werden konnten. Die Anforderungen an die Qualität sowohl des Bandes als auch des Rohres werden somit entscheidend herabgesetzt.

Bezugszeichenliste:

1	Rohr
2	Band
2a	Fuß
3	Walze
4	Profilierung
5	Einprägung
6	Motor
7	Regler
8	Sensor
9	Sensor

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bewickeln von Rohren mit vorzugsweise ovalem oder elliptischem Querschnitt mit von einer Rolle abgezogenem

Band, das senkrecht zur Rohroberfläche mit von der Fußkante zur Kopfkante steigender Verformung wendelförmig auf das drehend angetriebene Rohr aufgezogen wird,

dadurch gekennzeichnet,

5

daß das Band (2) vor dem Auflaufen auf das Rohr (1) in denjenigen Bandabschnitten, die auf die Rohroberfläche mit dem größten radialen Abstand zur Rohrlängsachse und dem kleinsten Krümmungsradius aufgezogen werden, mit von der Fußkante ausgehenden, den Formänderungswiderstand im Fußbereich des Bandes (2) verringernden Einprägungen (5) versehen wird.

10

15

2. Verfahren nach Anspruch 1 für im Querschnitt L-förmige Bänder, dadurch gekennzeichnet, daß die Einprägungen (5) mit einer mindestens der Breite des abgewinkelten Fußschenkels (2a) entsprechender Tiefe ausgeführt werden.

20

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einprägungen (5) in beiden Seiten des Bandes (2) ausgebildet werden.

25

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einprägungen (5) auf den beiden Bandseiten in Bandlängsrichtung zueinander versetzt ausgebildet werden.

30

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Zulaufbereich des Bandes (2) mindestens eine Walze (3) angeordnet ist, die mindestens einen Abschnitt mit einer den Einprägungen (5) entsprechenden Profilierung (4) aufweist und die von einem Motor (6) angetrieben ist, dessen Drehbewegung mittels eines mit dem Drehantrieb des Rohres (1) gekoppelten, die Winkellage und Drehzahl des Rohres (1) aufnehmenden Sensors (8) durch einen Regler (7) geregelt ist.

35

40

45

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein miteinander gekoppeltes Walzenpaar (3) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß beide Walzen (3) des Walzenpaares mit den Einprägungen (5) entsprechenden Profilierungen (4) versehen sind.

50

55

Fig.1

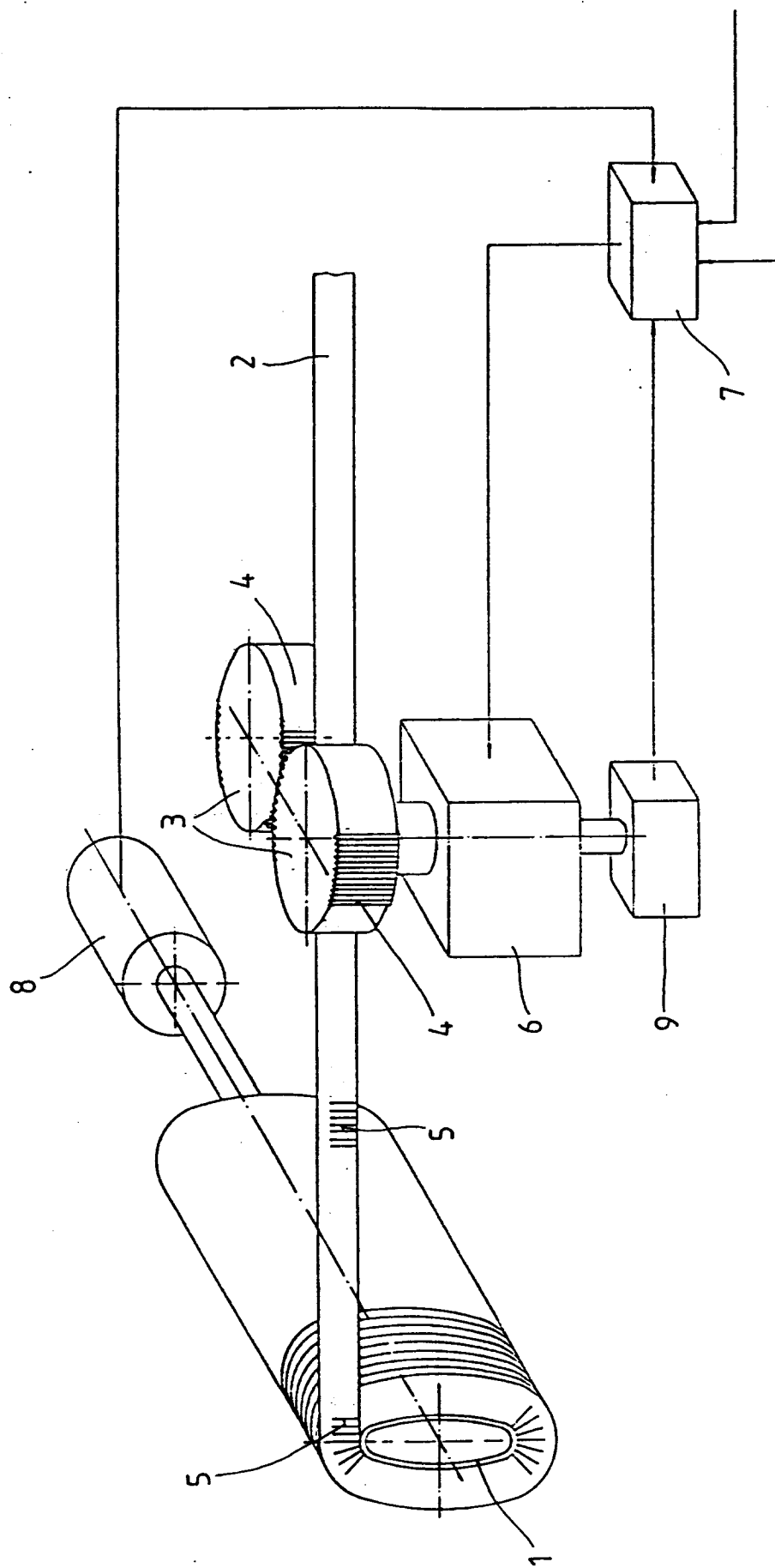


Fig. 2

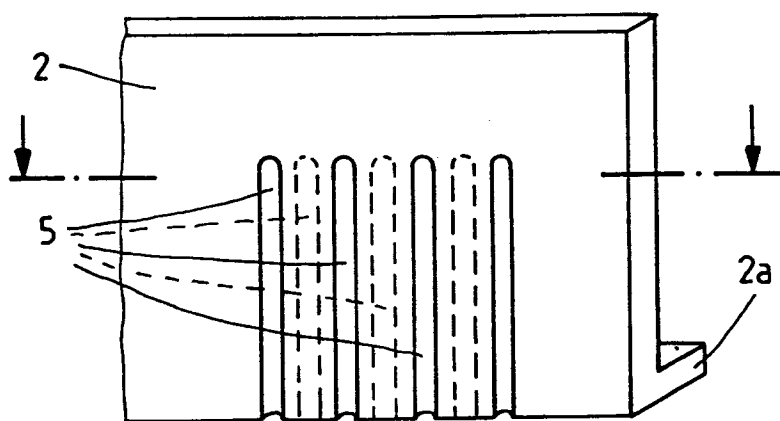
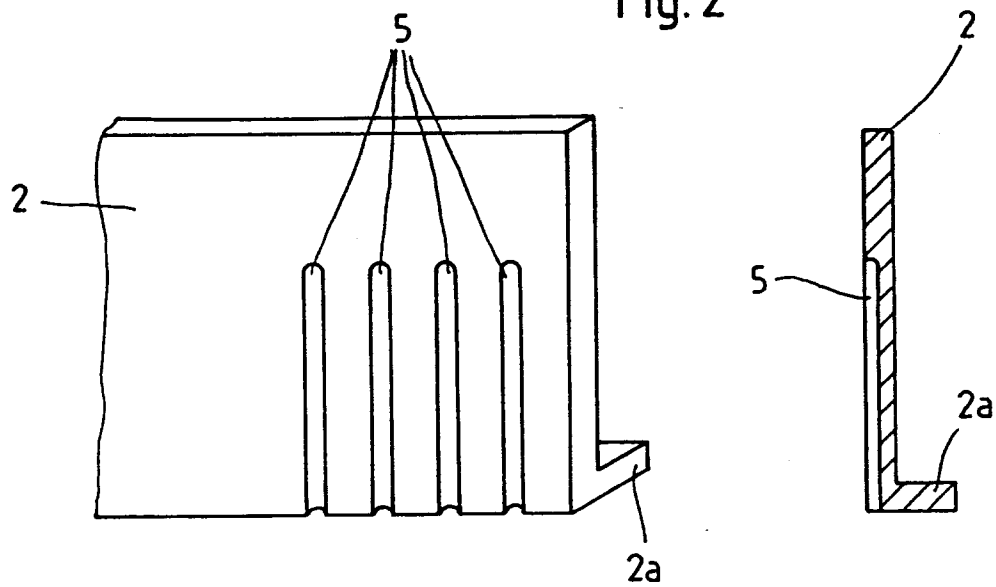
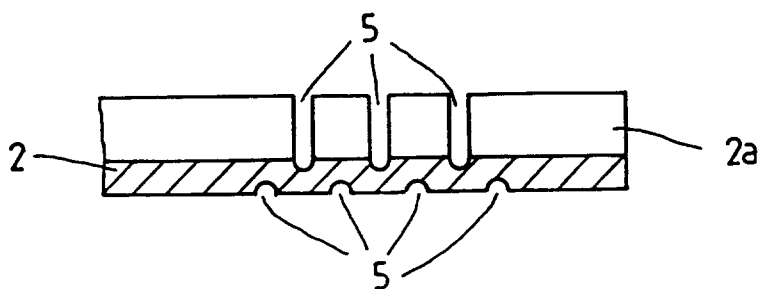


Fig. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 0621

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	FR-A-2 280 448 (BALCKE-DURR AG) * das ganze Dokument * ---	1, 5	B21C37/26
A	DE-A-33 20 235 (BALCKE-DURR AG) * das ganze Dokument * ---	1, 5	
A	DE-A-31 31 473 (BALCKE-DURR AG) * das ganze Dokument * ---	1, 5	
A	US-A-4 079 611 (OSTERKORN) ---		
A	DE-A-32 01 597 (VILCSEK) ---		
A	FR-A-1 206 944 (MATHENY) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			B21C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28. April 1994	Prüfer Peeters, L
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	