

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
02.09.87

⑥① Int. Cl. 4: **F 28 D 21/00, F 28 D 7/06,**
F 28 F 9/00

②① Anmeldenummer: **84114719.2**

②② Anmeldetag: **04.12.84**

⑤④ **Wärmetauscher.**

③⑩ Priorität: **18.01.84 DE 3401536**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.07.85 Patentblatt 85/31

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.09.87 Patentblatt 87/36

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE-A-1 958 507
DE-A-2 000 886
DE-A-2 329 634

⑦③ Patentinhaber: **MTU MOTOREN- UND TURBINEN-
UNION MÜNCHEN GMBH, Dachauer Strasse 665
Postfach 50 06 40, D-8000 München 50 (DE)**

⑦② Erfinder: **Hagemeister, Klaus, Dipl.- Ing.,
Manzostrasse 28b, D-8000 München 50 (DE)**

EP 0 149 767 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Rohrwärmetauschern ist es erforderlich, eine Berandungsleitwand im Bereich der Umlenkung der zu U-förmigen Bügeln geformten Rohre anzuordnen. Derartige Berandungen wurden bislang beispielsweise als Blechflügel ausgeführt, die ausschließlich der bogenförmigen außenständigen Kontur der Rohrbügel im Bereich der Umlenkung folgen. Da eine solche Berandung konstruktionsbedingt Bestandteil einer anderen, die Wärmetauscherrohrmatrix ummantelnden Gehäusebaueinheit ist, deren Temperatur- und Dehnungsverläufe sich von denen der Wärmetauscherrohrmatrix unterscheiden, erfordert eine derartige Anordnung, um das Prinzip der freien Verschieblichkeit der randständigen Rohrbügel der Matrix nicht zu gefährden, einen dementsprechenden Abstand zwischen dem Blechflügel und der randständigen Reihe von Rohrbügeln der Matrix.

Für das eine Arbeitsmedium, also das Heißgas, bewirkt ein solcher Abstand einen verhältnismäßig großen Teilleckfluß.

Daraus ergeben sich zwei wesentliche, die Effektivität des Wärmetauschers beeinträchtigende Nachteile:

Es ist dies erstens die Tatsache, daß diese Heißgasleckmenge nicht am Wärmetauschprozeß teilnimmt, und zweitens, daß sie am Austritt aus dem Spalt mit verhältnismäßig großer Strömungsgeschwindigkeit in das natürliche Heißgasabströmgebiet stromab der Profilrohrmatrix "schießt", wodurch Mischtrübungen in diesem Abströmgebiet, und damit also verhältnismäßig starke Strömungsungleichförmigkeiten entstehen, die zusammen mit dem ersten Nachteilsfaktor zu einer verhältnismäßig starken Verringerung des Wärmeaustauschgrades führen.

Bei einem aus der US-PS 3,746,083 bekannten und der eingangs genannten Gattung zugrunde gelegten Wärmetauscher ist die der Matrixumlenkung mit Abstand folgende Berandungsleitwand fester Bestandteil des die Heißgase führenden Gehäuses und stützt sich dabei unmittelbar mittels den Spalt zwischen Berandungsleitwand und Matrixrohrbügeln überbrückender Druckstücke an den letzteren ab. Hierdurch kann zwar der äußere Heißgasleckflußspalt im wesentlichen abgedichtet werden mit der gleichzeitigen Folge eines jedoch undefinierbaren Wärmeaustauschprozesses im Bereich der äußeren Rohrbügelumlenkung. Eine homogen entlang des äußeren Umlenkgebietes der Matrixrohrbügel geführte Heißgasströmung kann somit nicht gewährleistet sein. Insbesondere im Umlenkungsbereich hervorgerufene, thermisch bedingte Differenzdehnungen zwischen

Rohrmatrix und Gehäuse bzw. äußerer Berandungsleitwand finden im vorliegenden bekannten Fall keinerlei hinreichende Berücksichtigung.

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die erwähnten Nachteile zu beseitigen und einen Wärmetauscher nach der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem trotz zu erwartender Differenzdehnung zwischen den einzelnen
10 Profilrohren sowie zwischen den letzteren und der die Matrix umschließenden Heißgasgehäusestruktur auch der bogenförmige äußere Profilrandbereich der Matrix weitestgehend mit in den Wärmetauschprozeß einbeziehbar ist, ohne die Homogenität des
15 heißgasseitigen Abströmgebietes am Matrixaustritt zu gefährden.

Die gestellte Aufgabe ist gemäß den Merkmalen des Kennzeichnungsteils des
20 Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 17 wiedergegeben.

25 Erfindungsgemäß wird mithin also vorgeschlagen, eine Berandungsleitwand (schwimmend bzw. freitragend) im Bereich der Umlenkung der Rohrbügel vorzusehen, die sich in ihrer örtlichen Lage an der Position des Kollektivs randständiger Rohre der Wärmetauschermatrix orientiert und dabei trotzdem mit dem
30 Heißgasgehäuse formschlüssig verknüpfbar ist.

In einer weiteren Ausführung kann die Berandungsleitwand einteilig in der Art eines "Wellbleches" ausgeführt sein, das dem Verlauf
35 der randständigen Matrix-Profilrohre des Wärmetauschers in deren Umlenkungsbereich folgt. Die periodische Folge der "Wellen" entspricht dem Abstand zwischen benachbarten Wärmetauscherrohren, so daß bei seiner
40 Positionierung die "Wellen" des Abdeckbleches in die Räume zwischen den benachbarten Matrixprofilrohren hineinragen können. Auf diese Weise kann die Randheißgasströmung noch gezielter in den Wärmetauschprozeß mit
45 einbezogen werden.

Hierbei liegt also das Abdeckblech, beispielsweise in Form der gewellten Berandungsleitwand im gegebenenfalls
50 bogenförmigen Bereich der Matrix auf dem Kollektiv randständiger Profilrohre auf. Die Kontaktstellen sind dabei zufällig verteilt, wenn die besagte Berandungsleitwand einstückig das gesamte Feld überspannt. Die haltende
55 Berührung findet an einigen wenigen Profilrohren statt, je nachdem, welches einzelne Profilrohr aufgrund von Toleranzen oder Wärmedehnungen aus der Menge der anderen in Richtung auf die Berandung herausragt. Die kontaktierenden
60 Profilrohre können im Betrieb auch wechseln, je nachdem, wie sie sich einzeln in der Wärme dehnen. In diesem Falle "schwimmt" die Berandungsleitwand auf den Rändern des Rohrkollektivs, d.h. sie nimmt eine momentane Lage im Raum ein, die durch den zeitlichen
65 Verlauf des integralen Mittelwertes der

Positionen randständiger Profilorhre festgelegt wird. Die Berandungsleitwand folgt in diesem Falle den Bewegungen der Profilorhrebügel und muß ihrerseits gegenüber den ihr benachbarten Heißgasgehäusestrukturen nachgiebig bzw. einstellbar eingegrenzt sein. Das kann dadurch erfolgen, daß die auf der Zuström- und der Abströmseite der Berandungsleitwand liegenden, strömungsführenden Blechstrukturen derselben formschlüssig und verschieblich mit fingerartigen Endteilen zwischen fingerartige Ansätze der Heißgasgehäusestruktur greifen.

Die Berandungsleitwand kann auch in einzelne, z. B. bogenförmige Leitwandabschnitte aufgelöst sein, die im Querschnitt V- oder U-förmig sind und z. B. aus jeweils zwei Blechstreifen zusammengefügt werden, die ihrerseits S-Form besitzen. Diese Leitwandabschnitte "reiten" einzeln auf den einzelnen randständigen Partien der Matrixrohrbügel. Die Leitwandabschnitte berühren sich dabei seitlich, um damit die abzudeckende Fläche zu schließen, sind aber individuell gegeneinander beweglich und folgen dabei einzeln den individuellen Bewegungen der Matrixrohrbügel, auf denen sie "reiten". Auch hierbei können die zuström- und abströmseitigen Enden in der zuvor schon besprochenen Weise durch fingerartigen Eingriff formschlüssig und verschieblich mit sich daran anschließenden Heißgasgehäuserandstrukturen im Eingriff stehen, um die "schwimmende" Funktion der Berandungsleitwand voll zu erfüllen.

Aufgrund der Fertigungstoleranzen und Verwerfungen im Betrieb finden dabei Berührungen zwischen den benachbarten Flächen der Berandungsleitwand und der Matrix-Profilorhre statt. Die damit verbundenen Scheuerbewegungen könnten im Laufe der Betriebszeit als Folge zunehmenden Materialverschleißes zum Undichtwerden der Profilorhre führen. Daher wird für diese Stellen - sei es nun, ob die Berandungsleitwand einstückig oder aus mehreren Leitwandabschnitten sowie gewellt oder ungewellt ausgebildet ist - erfindungsgemäß vorgeschlagen, in dem Verlauf der Profilorhrumlenkung auf die randständigen Profilorhre Laschen aufzusetzen, die das Rohr umfassen, mit ihm - z. B. stoffschlüssig - fest verbunden sind und ihrerseits den Kontakt zur besagten Berandungsleitwand bzw. zum Abdeckblech halten. Die Laschen selbst wie Fortsätze derselben können in Verbindung mit der Anordnung der "Wellen" des Abdeckbleches weitere Mittel sein, um den sonst freien Strömungspfad für die in diesem Bereich zu erwartende Heißgasleckströmung zu Gunsten eines besseren Wärmetauschprozesses in diesem Randgebiet zu versperren.

Die einzelnen im Bereich der Umlenkungsstelle der Profilorhrmatrix geraden oder bogenförmigen Leitwandabschnitte können an deren jeweils benachbarten Stoßkanten individuell beweglich aneinander gekoppelt sein. In detaillierterer Ausbildung können sie also endseitig ketten- oder schuppenartig oder hintergreifend relativ

zueinander beweglich miteinander verbunden bzw. gekoppelt sein und so einzeln oder in Gruppen z. B. auf Laschen der randständigen Profilorhre "reiten".

Anstelle des fingerartigen Leitwand-Heißgasgehäuseeingriffs können von den umgebenden Blechstrukturen der Zuström- und der Abströmseite aus Seile, Blechstreifen oder Drähte über und zwischen den abdeckenden Berandungsleitwand-Blechstrukturen angeordnet sein und diese damit an ihrer Stelle vom Heißgasgehäuse aus halten, ohne die erforderliche Beweglichkeit einzuschränken.

Es wird also durch die Erfindung eine einfache, strömungsgünstige Berandungsleitwand für Wärmetauscher der eingangs genannten Art geschaffen, bei denen sich jeder U-förmige Matrixrohrbügel individuell gegenüber den ihm benachbarten in Längsrichtung ausdehnen kann. Die Profilorhre der Matrix können Kreisringquerschnitt oder ein anderes strömungsgünstiges, beispielsweise ein lanzettenförmiges Profil aufweisen. Gegenüber anderen Wärmetauscher-Bauarten ergibt sich der Vorteil, daß aus der Funktion des Wärmetauschers oder örtlichen Störungen des Wärmetausches, wie auch aus häufigen instationären Betriebszuständen resultierende Temperaturdifferenzen keine inneren Verspannungen mit hohen Beanspruchungen der Strukturelemente verursachen, sondern die Dehnungsdifferenzen durch Relativverschiebungen ausgeglichen werden. Gleichwohl verbleibt ein strömungsgünstiger, homogener Heißgasdurchgang entlang auch der "randständigen" Rohrbügel, so daß auch in diesem Bereich der Profilorhrmatrix ein optimaler Wärmetausch vonstatten gehen kann, der zur Erhöhung des Wärmeaustauschgrades, wie aber auch zur Optimierung des Kreisprozesses einer zugeordneten Brennkraftmaschine bzw. eines Gasturbinentriebwerkes beiträgt. Auf der Abströmseite des Heißgasaußenrandstromes ist verhältnismäßig wenig Strömungsenergie vorhanden, so daß die Hauptgasabströmbedingungen praktisch nicht gestört werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine schematische wiedergegebene Grundausführung des Wärmetauschers, worin eine Stirnseite der Profilorhrmatrix nebst Rohrführungen im Wege einer gänzlich geschnittenen Gehäusestruktur verdeutlicht sind,

Fig. 2 die Profilorhrmatrix nach Fig. 1 in schematischer perspektivischer Ansicht im Bereich der Umlenkung unter Weglassung der Berandungsleitwand,

Fig. 3 eine wellenförmige Berandungsleitwand in perspektivischer Teilansicht für einen Wärmetauscher nach den Fig. 1 und 2,

Fig. 4 eine schematische Teilquerschnittsansicht des Profilorhrmatrix nebst wellenförmiger Berandungsleitwand,

Fig. 5 eine der Fig. 1 entsprechende Stirnansicht einer Ausführung für die Leitwandberandungsanordnung an U-förmigen Matrixrohrbügeln,

Fig. 6 einen Teilschnitt längs der Linie A-A der Fig. 5,

Fig. 7 eine der Fig. 5 entsprechende Stirnansicht einer weiteren Ausführungsform einer Leitwandberandungsanordnung an U-förmigen Matrixrohrbügeln, wobei die Berandungsleitwand aus Leitwandabschnitten zusammengesetzt ist,

Fig. 8 einen Teilschnitt längs der Linie B-B der Fig. 7,

Fig. 9 eine unter Zugrundelegung der Leitwandberandungsanordnung nach den Fig. 7 und 8 schematische Stirnansicht derselben im Bereich deren zuströmseitiger Halteführung an der angrenzenden Heißgasgehäusewandstruktur,

Fig. 10 eine Schnittansicht nach der Linie C-C der Fig. 9,

Fig. 11 eine der Fig. 7 entsprechende schematische Stirnansicht einer weiteren Berandungsleitwandanordnung mit segmentartigen Berandungsleitwandabschnitten,

Fig. 12 und 13 Verbindungsmöglichkeiten von Berandungsleitwandabschnitten nach Fig. 11,

Fig. 14 eine der Fig. 11 entsprechende Stirnansicht einer weiteren Ausführungsform einer durch Drähte gehaltenen, in Längsrichtung aus mehreren Leitwandabschnitten zusammengesetzten Berandungsleitwand,

Fig. 15 einen Teilquerschnitt längs der Linie D-D der Fig. 14,

Fig. 16 der Teilquerschnitt einer weiteren Ausführungsform einer hier einteiligen, in Längsrichtung U-förmig gewellten Berandungsleitwand,

Fig. 17 der Teilquerschnitt einer weiteren Ausführungsform einer hier einteiligen, im Längsrichtung V-förmig gewellten Berandungsleitwand,

Fig. 18 eine kettengliederartige Verbindung zweier, hier zur besseren Verdeutlichung in vergrößertem Maßstab wiedergegebener, bogenförmiger Leitwandabschnitte gemäß Stirnansicht nach Fig. 11 und

Fig. 19 eine gegenüber Fig. 12, 13 und 18 abgewandelte schuppenartige Verbindung zweier hier ebenfalls vergrößert wiedergegebener, bogenförmiger Leitwandabschnitte gemäß Stirnansicht nach Fig. 11.

Der in Fig. 1 und 2 veranschaulichte Wärmetauscher besteht aus einer ersten, als Sammelbehälter 15 ausgebildeten Rohrführung, einer im wesentlichen parallel dazu verlaufenden, ebenfalls als Sammelbehälter 16 ausgebildeten zweiten Rohrführung und aus einer von Heißgasen G umströmbaren Rohrmatrix 1, die eintrittsseitig für die Zuführung einer aufzuheizenden Arbeitsmediums, z. B. Druckluft (Pfeil D) an den ersten Sammelbehälter 15 und für die Abführung der aufgeheizten Druckluft (Pfeil D') austrittsseitig an den zweiten

Sammelbehälter 16 angeschlossen ist. Die Rohrmatrix 1 besteht aus seitlich von beiden Sammelbehältern 15, 16 quer gegen die Heißgasströmungsrichtung G auskragenden, U-förmigen Matrixrohrbügeln 2, deren äußerer Umlenkungsbereich von einer Berandungsleitwand 3 umgeben ist, die zu- und abströmseitig mit der Wandstruktur des Heißgasgehäuses verbunden ist.

Die Rohrmatrix 1 besteht also aus einem Feld von mit Abstand nebeneinander sowie - als Querschnitt gesehen - verschachtelt im wesentlichen gleichförmig räumlich zueinander versetzt angeordneten Matrixrohrbügeln 2.

Die beiden Rohrführungen für die voneinander getrennte Druckluftzufuhr in die Rohrmatrix bzw. Druckluftabführung aus der Rohrmatrix könnten auch in ein gemeinsames Sammelrohr integriert sein, wie dies aus der US-PS 3,746,083 bekannt ist.

Gemäß dem Grundgedanken der Erfindung soll die dem U-förmigen Umlenkungsverlauf der Rohrmatrix 1 angepaßte Berandungsleitwand 3 auf einigen äußeren Matrixrohrbügeln 2 schwimmend (freitragend) aufliegen und an- und abströmseitig bewegungselastisch und formschlüssig mit der daran angrenzenden Wandstruktur des Heißgasgehäuses 12 abdichtend verbunden sein. Dem der äußeren Umlenkung im Wege der Berandungsleitwand 3 folgenden Heißgasstromanteil (Pfeile A) kann demnach ein bogenförmiger Strömungsverlauf aufgeprägt werden, oder - sofern die Rohrmatrix auch im äußeren Randbereich geradlinig verlaufen sollte - könnte dem Heißgasstrom ein entsprechend geradliniger Verlauf aufgeprägt werden, unter Zuordnung eines entsprechend geradlinigen Verlaufs der Berandungsleitwand. Demnach kann also die Berandungsleitwand 3 in Anpassung an die zugehörige Umlenkungssektion der Matrixrohrbügel 2 der Länge nach gekrümmt oder (nicht dargestellt) geradlinig sein.

Die schwimmende, unmittelbare Auflage der Berandungsleitwand 3 verhindert den üblicherweise großen Leckspaltabstand zwischen Berandungsleitwand 3 und dem randständigen Profilrohrumlenkungsbereich, der somit ebenfalls gezielt in den Wärmetauschprozeß des vom Heißgashauptstrom G abgespaltenen Teilstromes A einbeziehbar ist.

In Fig. 3 ist in schematischer perspektivischer Teilansicht die Berandungsleitwand 3 gemäß Fig. 1 in einer einstückigen, über deren Gesamtlänge wellenförmigen Ausführungsform gezeigt. Sie "reitet" auf den randständigen Spitzen vorstehender hier beispielsweise lanzettenförmiger Profilrohre 2 im Bereich der Umlenkung, je nachdem, welche Profilrohre, die an den Sammelbehältern 15 und 16 befestigt sind, im Betrieb aufgrund der Wärmeausdehnung am weitesten vorstehen, was durch gestrichelt angegebene Konturen der Profilrohre in Fig. 4 verdeutlicht ist. Hierbei entspricht die Wellenform der Berandungsleitwand 3 dem

Abstand benachbarter Profilrohre, wobei jeder Wellenberg 5 der Berandungsleitwand 3 zwischen benachbarte Profilrohre 2 hineinragt, wie dies in Fig. 4 veranschaulicht ist. Zuström- und abströmseitig ist die Berandungsleitwand 3 in einer Weise an benachbarten, berandenden Gehäusestrukturen formschlüssig, jedoch verschieblich gehalten, wie dies nachfolgend noch z. B. in Fig. 9 und 10 beschrieben wird.

Das in Fig. 5 gezeigte Ausführungsbeispiel entspricht im Grundsatz dem zuvor beschriebenen. Anstelle von im Querschnitt lanzettenförmigen Profilrohren sind hier jedoch Rohrbügel 2 mit Kreisringquerschnitt vorgesehen, die im Bereich der Umlenkung voneinander beabstandete Laschen 7 und 8 besitzen, wie dies auch in der Querschnittsansicht der Fig. 6 gezeigt ist. Die Laschen 7 umschließen fest und gegebenenfalls stoffschlüssig einen Rohrbügel 2 und besitzen einen Radialfortsatz 11 nach innen, während die dazwischengelegenen Laschen 8 benachbarter Rohrbügel 2 entsprechende Laschen 8 aufweisen, deren Radialfortsätze 11 nach außen gerichtet sind, und somit gegen die Wellenberge 5 der Berandungsleitwand 3 auskragen. Die wellenförmige Berandungsleitwand 3 "reitet" auf den Laschen 7 und 8 und steht demzufolge nicht im direkten Kontakt zu den Profilrohren bzw. Rohrbügeln 2, so daß letztere keinem Verschleiß ausgesetzt sind und mithin die Gefahr einer Leckage aufgrund eines Verschleißes ausgeschlossen ist. Die Laschen 7, 8 sind hier z. B. einteilig bzw. aus einem Stück gefertigt. Die Berandungsleitwand 3 kann auf einer Vielzahl dieser Laschen 7, 8 aufliegen.

Das in den Fig. 7 und 8 veranschaulichte Ausführungsbeispiel eines Wärmetauschers kennzeichnet sich durch eine bogenförmige Berandungsleitwand 3, die aus einzelnen relativ zueinander beweglichen Leitwandabschnitten 6 (Fig. 8) besteht. Die gemäß Fig. 7 bogenförmigen Leitwandabschnitte 6 sind im wesentlichen gleich aufgebaut und besitzen gemäß Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 - seitlich von rechts außen nach innen gesehen - im wesentlichen S-Form. Dabei übergreifen also immer zwei - von oben außen nach innen unten gesehen - im wesentlichen V-förmig geöffnete Leitwandabschnitte 6 die Laschen 17 eines zugehörigen Rohrbügels 2 bzw. Matrixprofils. Einem Rohrbügel 2 sind also zwei Leitwandabschnitte 6 zugeordnet, die an ihrer radial äußeren Basis direkt oder über ein Abstandsstück 20 fest miteinander verbunden sind. Jedes Abschnittpaar "reitet" auf dem zugehörigen Rohrbügel 2 bzw. auf dessen Lasche 17, die hier zweiteilig ausgebildet ist. Benachbarte Leitwandabschnittspaare berühren sich an radial innerer Stelle, wobei Relativverschieblichkeit zwischen den Teilen gewährleistet ist. Aufgrund der Berührung wird praktisch eine geschlossene Berandungsleitwand 3 wie nach dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 geschaffen.

Gemäß Fig. 9 und 10 weisen die zuström- und abströmseitigen Enden der Berandungsleitwand 3, und zwar an den betreffenden Enden der zugehörigen Leitwandabschnitte 6 fingerartig sich verjüngende Endteile 10' auf, die zwischen entsprechende fingerartige Ansätze 10 der berandend anschließenden, strömungsführenden Heißgasgehäusewandstruktur 12 formschlüssig, jedoch verschieblich eingreifen, wie dies im einzelnen auch der Querschnittsansicht gemäß Fig. 10 zu entnehmen ist. Dadurch ist eine "schwimmende" Anordnung der Berandungsleitwand 3 auch gegenüber dem Heißgasgehäuse 12 (s.h. auch Fig. 1) sichergestellt.

Das in Fig. 11 veranschaulichte Ausführungsbeispiel kennzeichnet sich dadurch, daß hier die z. B. segmentartigen, bogenförmigen Leitwandabschnitte 13 einer Berandungsleitwand 3, die auf Laschen 7 "reitet", im Bereich der benachbarten Stoßkanten relativ zueinander beweglich aneinander gekoppelt sind. Die einzelnen segmentartigen Leitwandabschnitte 13 sind auch formschlüssig in beweglicher Weise miteinander verbunden, wie dies im einzelnen z. B. in Fig. 12 und 13 gezeigt ist. In eingebauter Lage der Leitwandabschnitte 13 findet eine Hintergreifung über die hakenartig abgebogenen Endteile 13' statt, so daß die Leitwandabschnitte 13 beweglich miteinander verriegelt sind. Im demontierten Zustand können die Leitwandabschnitte 13 durch Abwinkeln voneinander gelöst werden.

In den Fig. 14 und 15 ist eine weitere Ausführungsform eines Wärmetauschers mit einer aus Leitwandabschnitten 6 zusammengesetzten Berandungsleitwand 3 gezeigt, die im wesentlichen dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 entspricht. Hierbei wird die Berandungsleitwand 3 durch äußere Drähte 14 (Fig. 15), die in Umfangsaussparungen bzw. Wellentälern der Berandungsleitwand 3 angeordnet sind, zusammengehalten, wobei die Drähte 14 endseitig (Fig. 14) in der berandend anschließenden, strömungsführenden Heißgasgehäusewandstruktur 12 befestigt sind.

Dabei können anstelle der Drähte 14 auch Blechstreifen oder Seile vorgesehen sein. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel können die paarweisen Leitwandabschnitte 6 pro Matrixrohrbügel 2 bzw. Profil relativ zueinander verschiebbar sein und jeweils auf den zugehörigen Laschen 17 "reiten". Im Wege der gegebenen Anordnung der Drähte 14 kann sich also die Berandungsleitwand 3 frei in diese Drähte 14 hineinziehen.

Die Fig. 16 verkörpert eine in Längsrichtung fortlaufend U-förmig gewellte, Fig. 17 eine in Längsrichtung fortlaufend V-förmig gewellte Berandungsleitwand 3. Diese jeweilige Wellstruktur könnte auch für die aus Einzelwandabschnitten zusammensetzende Berandungsleitwand zugrunde gelegt werden.

Im Sinne eines Teilmerkmals des Anspruchs 12

verkörpert Fig. 13 eine kettenartige Verbindung zweier bogenförmiger Leitwandabschnitte 13 aus Fig. 11, indem jeweils zwischen zwei einander benachbarten Stoßkanten dieser Leitwandabschnitte 13 Kettenglieder 21 vorgesehen sind, die innerhalb einander jeweils benachbarter Aussparungen 22 an Bolzen 23 schwenkbar verankert sind.

Im Sinne eines weiteren Teilmerkmals aus Anspruch 12 veranschaulicht Fig. 19 eine schuppenartige Verbindung zweier bogenförmiger Leitwandabschnitte 13 aus Fig. 11, indem jeweils zwischen zwei einander benachbarten Stoßkanten der Leitwandabschnitte 13 schuppenartig von der äußeren Leitwandkontur vorstehende Abdeck-Blechbügel 24 vorgesehen sind, die mittels radial nach innen abgekröpfter, bolzenartiger Verlängerungen 25 unter verhältnismäßig großem Bewegungsspiel in Bohrungen 26 der Leitwandabschnitte 13 eingreifen und ferner mittels Verdickungen 27 an den Leitwandabschnitten 13 gesichert sind. Auf die Blechbügel 24 aufgesetzte weitere Bleche 28 sind auf deren Unterseite mit verformbaren Dichtmanschetten 29 versehen.

Die Fig. 18 und 19 verkörpern also eine die individuelle Verschiebbarkeit der Leitwandabschnitte 13 ermöglichende Verbindung.

Beispielsweise Fig. 15 verdeutlicht ferner, daß die jeweiligen Rohrbügel 2 mit einem sogenannten "lanzettentförmigen", aerodynamisch optimierten Querschnittsprofil ausgestaltet sein können, welches als Hohlprofil jeweils vorzugsweise zwei durch einen Querriegel 30 voneinander getrennte, auf die lanzettentförmige Kontur formal abgestimmte Druckluftinnenkanäle 31 aufweist. Ein derartiges Profil ermöglicht bei verhältnismäßig kleinen Abmessungen und vergleichsweise hoher Formstabilität günstige Voraussetzungen für einen hohen Wärmeaustauschgrad.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einer ersten Rohrführung, einer im wesentlichen parallel dazu verlaufenden zweiten Rohrführung und mit einer von Heißgasen umströmbaren Rohrmatrix, die eintrittsseitig für die Zuführung eines aufzuheizenden Arbeitsmediums, z. B. Druckluft, an die erste Rohrführung und für die Abführung des aufgeheizten Arbeitsmediums austrittsseitig an die zweite Rohrführung angeschlossen ist und aus seitlich von beiden Rohrführungen quer gegen die Heißgasströmungsrichtung auskragenden U-förmigen Matrixrohrbügeln besteht, deren äußerer Umlenkungsbereich von einer Berandungsleitwand umgeben ist, die zu- und abströmseitig mit einer Heißgasgehäusewandstruktur formschlüssig verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die

dem U-förmigen Umlenkungsverlauf angepaßte Berandungsleitwand (3) an- und abströmseitig derart bewegungselastisch mit der Heißgasgehäusewandstruktur (12) abdichtend verbunden ist, daß sie auf einigen äußeren Matrixrohrbügeln (2) schwimmend aufliegt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Berandungsleitwand (3) in Anpassung an eine zugehörige Umlenkungssektion der Matrixrohrbügel (2) der Länge nach gekrümmt oder geradlinig geformt ist.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Berandungsleitwand (3) über deren Gesamtlänge wellenförmig ausgebildet ist.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne wellenförmige Ausprägungen bzw. Wellenberge (5) zwischen benachbarten Matrixrohrbügeln (2) im Bereich der Umlenkung hineinragen.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Berandungsleitwand (3) U- oder V- oder S-förmig fortlaufend gewellt ist.

6. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Berandungsleitwand (3) aus einzelnen, relativ zueinander beweglichen Leitwandabschnitten (6, 13) besteht.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Umlenkung der Rohrbügel (2) beabstandete Laschen (7, 8) befestigt sind, die als Abstandshalter zur wellenförmigen Berandungsleitwand (3) dienen und den jeweiligen Rohrbügel (2) formschlüssig gegebenenfalls stoffschlüssig fest umgreifen (Fig. und 6).

8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (7, 8) radiale Fortsätze (11) aufweisen, die radial nach innen oder gegen die Wellenberge (5) der Berandungsleitwand (3) auskragen (Fig. 6).

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die wellenförmige Berandungsleitwand (3) auf einer Vielzahl gegebenenfalls vorhandener Laschen (7, 8) aufliegt (Fig. 6).

10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zuström- und abströmseitigen Enden der Berandungsleitwand (3) mittels fingerartig sich verjüngender Endteile (10') zwischen fingerartige Ansätze (10) der anschließenden, strömungsführenden Heißgasgehäusewandstruktur (12) formschlüssig, jedoch verschieblich eingreift (Fig. 9 und 10).

11. Wärmetauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Leitwandabschnitte (13) im Bereich deren benachbarter Stoßkanten formschlüssig sowie relativ zueinander beweglich verbunden bzw. aneinander gekoppelt sind.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen, beispielsweise bogenförmigen

Leitwandabschnitte (13) der Berandungsleitwand (3) endseitig ketten- (Fig. 18) oder schuppenartig (Fig. 19) oder hintergreifend, relativ zueinander beweglich miteinander verbunden sind (Fig. 12 und 13).

13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die einstückige oder geteilte Berandungsleitwand (3) durch äußere Seile, Blechstreifen oder Drähte (14), die in Umfangsaussparungen bzw. Wellentälern der Berandungsleitwand (3) angeordnet sind, zusammengehalten wird, wobei die Seile, Blechstreifen oder Drähte (14) endseitig in der berandend anschließenden, strömungsführenden Heißgasgehäusewandstruktur (12) befestigt sind (Fig. 14 und 15).

14. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (7, 8) einteilig oder (17) zweiteilig den jeweiligen Matrixrohrbügel (2) fest umschließen.

15. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei - von außen nach innen gesehen - im wesentlichen V-förmig geöffnete Leitwandabschnitte (6) die Laschen (17) eines zugehörigen Matrixprofils (2) übergreifen (Fig. 8).

16. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrbügel (2) ein aerodynamisch optimiertes, vorzugsweise lanzettenförmiges Querschnitts-Profil aufweisen (Fig. 15).

17. Wärmetauscher nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Querschnittsprofil der Rohrbügel (2) durch einen Quersteg (30) voneinander getrennte Druckluftinnenkanäle (31) aufweist.

Claims

1. Heat exchanger comprising a first tube guide, a second tube guide extending substantially parallel therewith and a tube matrix around which heated gases can flow, the tube matrix being on the inlet side connected to the first tube guide for the supply of a working medium, e.g. compressed air, which is to be heated up, and on the outlet side to the second tube guide for dispersion of the heated working medium, the tube matrix consisting of U-shaped matrix tube bends projecting laterally from both tube guides transversely against the direction of heated gas flow, the outer direction-changing portion of the tube bends being enclosed by a boundary guide wall which is positively connected on the inlet and outlet sides to a heated gas housing wall structure, characterised in that the boundary guide wall (3) which is adapted to the U-shaped pattern of flow direction reversal is on the inlet and outlet sides so connected in sealing-tight fashion to the heated gas housing wall structure (12) while at

the same time allowing flexibility of movement that it rests in floating manner on some of the outer matrix tube bends (2).

2. Heat exchanger according to Claim 1, characterised in that the boundary guide wall (3) is in its length curvilinear or rectilinear in order to adapt to an associated flow direction reversing section of the matrix tube bends (2).

3. Heat exchanger according to Claim 1 and 2, characterised in that the boundary guide wall (3) is undulating over its total length.

4. Heat exchanger according to Claim 3, characterised in that individual undulating depressions or crests (5) protrude between adjacent matrix tube bends (2) in the region of flow-direction reversal.

5. Heat exchanger according to Claim 3, characterised in that the boundary guide wall (3) is continuously undulating in a U- or V- or S-shaped pattern.

6. Heat exchanger according to one or more of Claims 1 to 5, characterised in that the boundary guide wall (3) consists of individual guide wall portions (6, 13) which are movable in relation to one another.

7. Heat exchanger according to Claim 3, characterised in that in the region of the flow-direction reversal of the tube bends (2) there are spaced apart clips (7, 8) which serve as spacers in respect of the undulating boundary guide wall (3), engaging rigidly in form-locking and possibly material-locking fashion around the relevant tube bend (2) (Figs. 5 and 6).

8. Heat exchanger according to Claim 7, characterised in that the clips (7, 8) have radial projections (11) which protrude radially inwardly or against the crests (5) on the boundary guide wall (3) (Fig. 6).

9. Heat exchanger according to Claim 8, characterised in that the undulating boundary guide wall (3) rests on a plurality of clips (7, 8) which may possibly be available (Fig. 6).

10. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 9, characterised in that the inlet and outlet ends of the boundary guide wall (3) have finger-like tapering end parts (10') which engage in form-locking but displaceable manner between finger-like projections (10) on the adjacent flow-conducting heated gas housing wall structure (12) (Figs. 9 and 10).

11. Heat exchanger according to Claim 6, characterised in that the individual guide wall portions (13) are in the region of their adjacent abutting edges form-lockingly connected or coupled to one another in such a way as to be movable in relation to one another.

12. Heat exchanger according to Claim 11, characterised in that the individual, for instance arcuate, guide wall portions (13) of the boundary guide wall (3) are at their ends connected to one another in relatively movable fashion chain fashion (Fig. 18) or in the manner of fish scales (Fig. 19) or even in that they engage one behind another.

13. Heat exchanger according to one of Claims

1 to 12, characterised in that the one-piece or divided boundary guide wall (3) is held together by external ropes, sheet metal strips or wires (14) which are disposed in peripheral recesses or valleys in the undulations of the boundary guide wall (3), the ropes, sheet metal strips or wires (14) being fixed at their ends in the marginally adjacent flow-conducting heated gas housing wall structure (12) (Figs. 14 and 15).

14. Heat exchanger according to one or more of Claims 1 to 13, characterised in that the clips (7, 8) are in one-piece or (17) two pieces and engage rigidly around the relevant matrix tube bend (2).

15. Heat exchanger according to Claims 1 to 14, characterised in that in each case two (viewed from the outside inwardly) substantially V-shaped open guide wall portions (6) engage over the clips (17) of an associated matrix profile (2) (Fig. 8).

16. Heat exchanger according to Claims 1 to 15, characterised in that the tube bends (2) have an aerodynamically optimum preferably lancet-shaped cross-sectional profile (Fig. 15).

17. Heat exchanger according to Claim 16, characterised in that the cross-sectional profile of the tube bend (2) comprises internal compressed air ducts (31) separated from one another by a transverse web (30).

Claims

1. Echangeur thermique avec une première conduite tubulaire, une seconde conduite tubulaire s'étendant en pratique parallèlement à cette première conduite, et avec une matrice tubulaire baignée par les gaz chauds, qui du côté entrée est raccordée à la première conduite tubulaire pour l'arrivée d'un fluide de travail à chauffer, par exemple de l'air comprimé, tandis qu'elle est raccordée côté sortie, à la seconde conduite tubulaire pour l'évacuation du fluide de travail chauffé, cette matrice tubulaire étant constituée d'étriers tubulaires de matrice en forme de U faisant saillie latéralement à partir des deux conduites tubulaires, transversalement par rapport à la direction d'écoulement des gaz chauds, et dont la zone extérieure de courbure est entourée par une paroi directrice de bordure, qui est reliée par interpénétration de formes, arrivée et côté évacuation, à une structure de paroi du carter des gaz chauds, échangeur thermique caractérisé en ce que la paroi directrice de bordure (3), adaptée au tracé en forme de U de la courbure, est relié de façon étanche à la structure de paroi (12) du carter des gaz chauds côté amont et côté aval, avec une élasticité de déplacement de sorte qu'elle repose en flottant sur quelques étriers tubulaires de matrice (2) externes.

2. Echangeur thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi directrice de bordure (3), en adaptation à une section de

courbure correspondante de l'étrier tubulaire de matrice (2), présente sur sa longueur une forme courbée ou bien rectiligne.

5 3. Echangeur thermique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la paroi directrice de bordure (3) est ondulée sur toute sa longueur.

10 4. Echangeur thermique selon la revendication 3, caractérisé en ce que les saillies individuelles en forme d'ondulation, ou bien les sommets d'ondulation (5) pénètrent entre les étriers tubulaires voisins (2) de la matrice dans la zone de courbure.

15 5. Echangeur thermique selon la revendication 3, caractérisé en ce que la paroi directrice de bordure (3) est ondulée de façon continue en forme de U, ou bien de V, ou bien de S.

20 6. Echangeur thermique selon une ou plusieurs des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la paroi directrice de bordure (3) est constituée de tronçons individuels (6, 13) de paroi directrice, mobiles les uns par rapport aux autres.

25 7. Echangeur thermique selon la revendication 3, caractérisé en ce que, dans la zone de courbure des étriers tubulaires (2), sont fixées des pattes (7, 8) espacées les unes des autres, qui jouent le rôle de cales vis à vis de la paroi directrice de bordure (3) ondulée, et qui entourent fermement, avec interpénétration de formes et éventuellement adhérence, l'étrier tubulaire (2) considéré, (figures 5 et 6).

30 5. Echangeur thermique selon la revendication 7, caractérisé en ce que les pattes (7, 8) comportent des appendices radiaux (11) qui font saillie radialement vers l'intérieur ou bien contre les sommets des ondulations (5) de la paroi directrice de bordure (3) (figure 6).

35 9. Echangeur thermique selon la revendication 8, caractérisé en ce que la paroi directrice de bordure (3) ondulée repose sur une pluralité de pattes (7, 8) éventuellement existantes (figure 6).

40 10. Echangeur thermique selon une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les extrémités côté alimentation et côté évacuation de la paroi directrice de bordure (3) viennent en prise avec interpénétration de formes mais néanmoins de façon mobile, au moyen de parties d'extrémités (10') se rétrécissant en forme de doigts, entre des appendices en forme de doigts (10) de la structure de paroi (12) à laquelle elles se raccordent, et dans laquelle circulent les gaz chauds, (figures 9 et 10).

45 11. Echangeur thermique selon la revendication 6, caractérisé en ce que les différents tronçons (13) de la paroi directrice sont reliés ou bien couplés les uns aux autres au voisinage de leurs bords de contact voisins par interpénétration de forme tout en étant mobiles les uns par rapport aux autres.

50 12. Echangeur thermique selon la revendication 11, caractérisé en ce que les différents tronçons (13) par exemple en forme d'arcs, de la paroi directrice de bordure (3) sont reliés ensemble à leurs extrémités à la façon de chaîne (figure 19) ou bien d'écailles (figure 18) ou bien par prise arrière, en étant mobiles les uns par rapport aux

autres.

13. Echangeur thermique selon une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la paroi directrice de bordure (3), d'une seule pièce ou bien divisée, est maintenue par des câbles, des bandes de tôle, ou bien des fils (14) externes, qui sont disposés dans des évidements

5

périphériques ou bien dans les vallées des ondulations de la paroi directrice de bordure (3), ces câbles, ces bandes de tôle, ou bien ces fils (14) étant raccordés à leurs extrémités sur la structure de paroi (12) du carter qui se raccorde à la paroi directrice et dans lequel passent les gaz chauds (figures 14 et 15).

10

14. Echangeur thermique selon une ou plusieurs des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que les pattes (7, 8), en une seule pièce ou bien (17) en deux pièces, entourent fermement l'étrier tubulaire de matrice (2) considéré.

15

15. Echangeur thermique selon les revendications 1 à 14, caractérisé en ce que respectivement deux tronçons de paroi directrice (6), qui vus de l'extérieur vers l'intérieur, sont ouverts essentiellement en forme de V, viennent en prise sur les pattes (17) d'un étrier de matrice (2) qui leur est associées (figure 8).

20

25

16. Echangeur thermique selon les revendications 1 à 15, caractérisé en ce que les étriers tubulaires (2) ont un profil de section transversale optimisé de façon aérodynamique, de préférence en forme de lancette (figure 15).

30

17. Echangeur thermique selon la revendication 16, caractérisé en ce que le profil de section transversale de l'étrier tubulaire (2) comporte deux canaux internes d'air comprimé (31) séparés l'un de l'autre par un voile transversal (30).

35

40

45

50

55

60

65

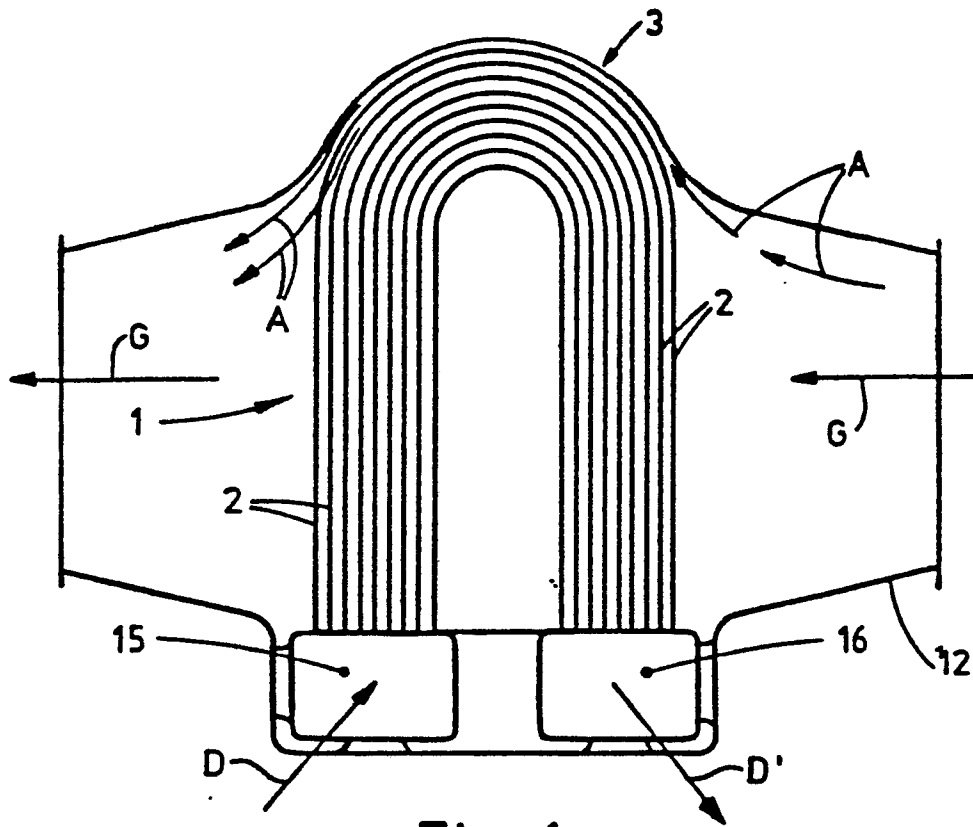


Fig. 1

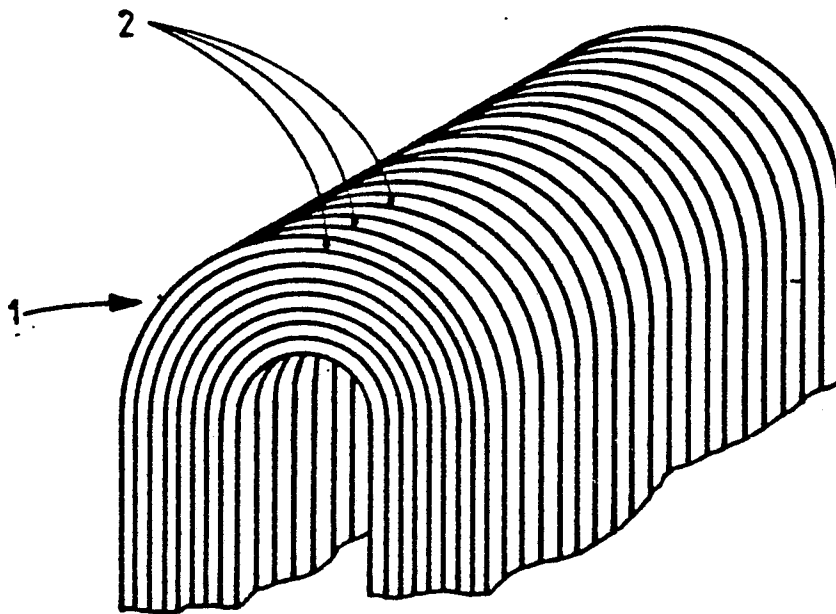


Fig. 2

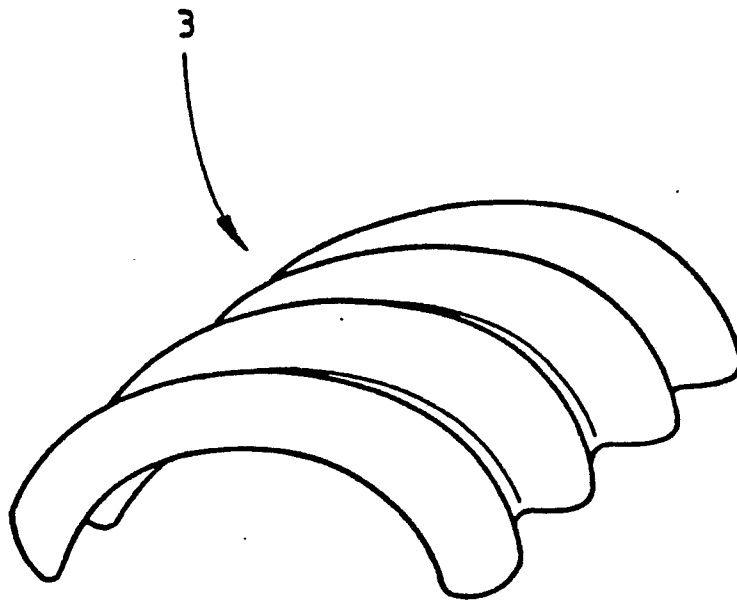


Fig. 3

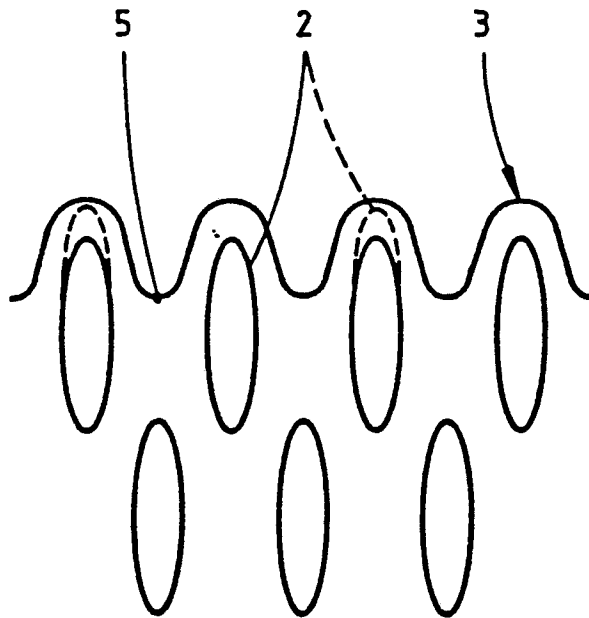


Fig. 4

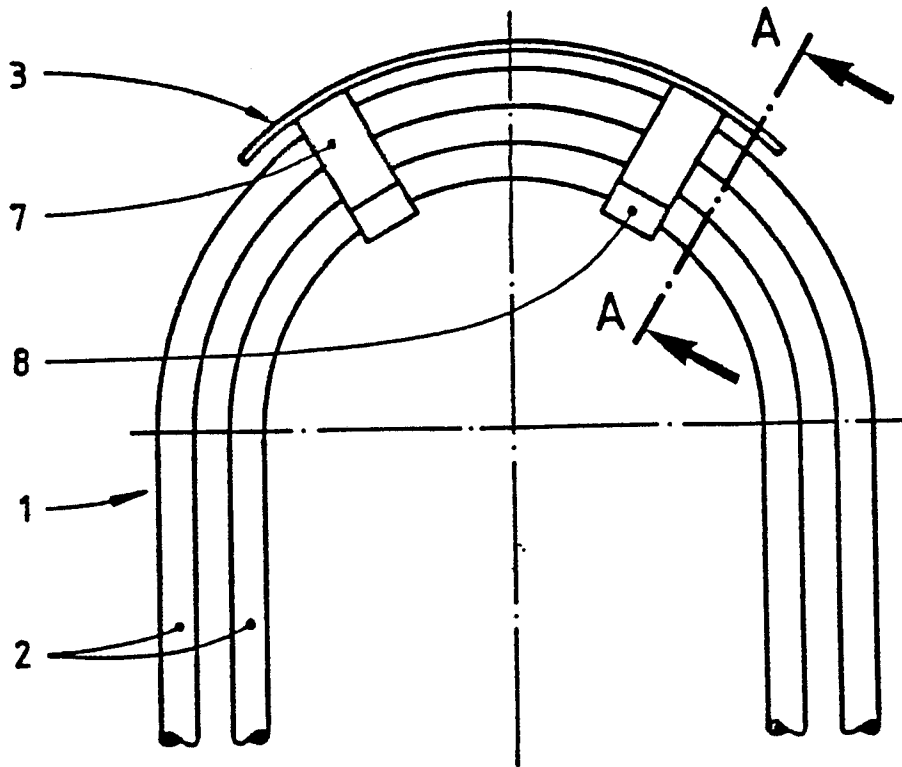


Fig. 5

Schnitt A - A

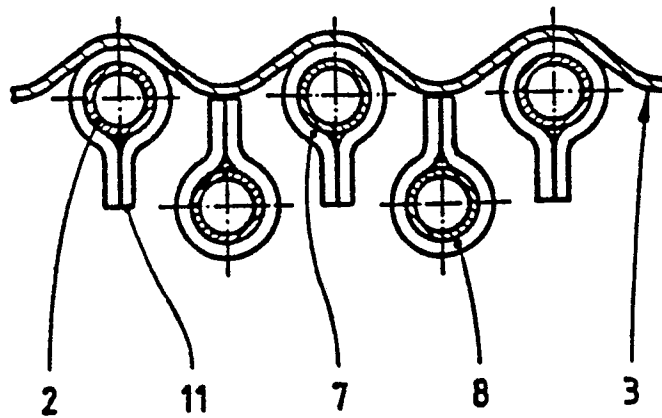


Fig. 6

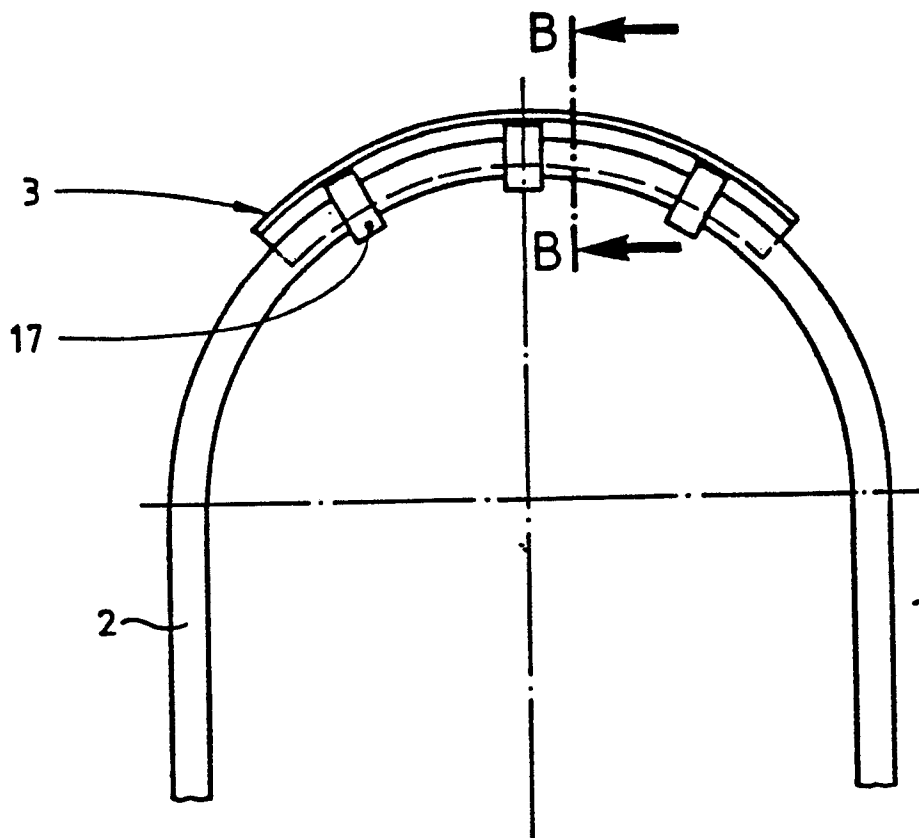


Fig. 7

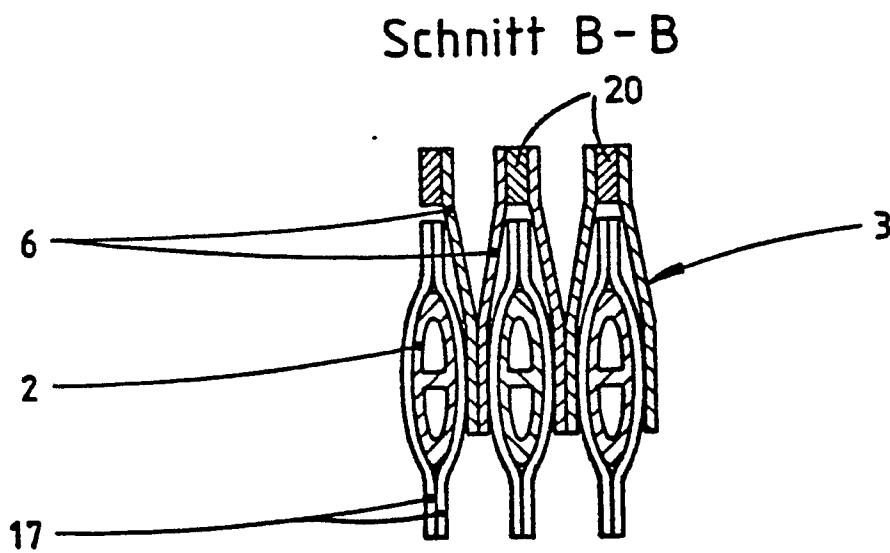


Fig. 8

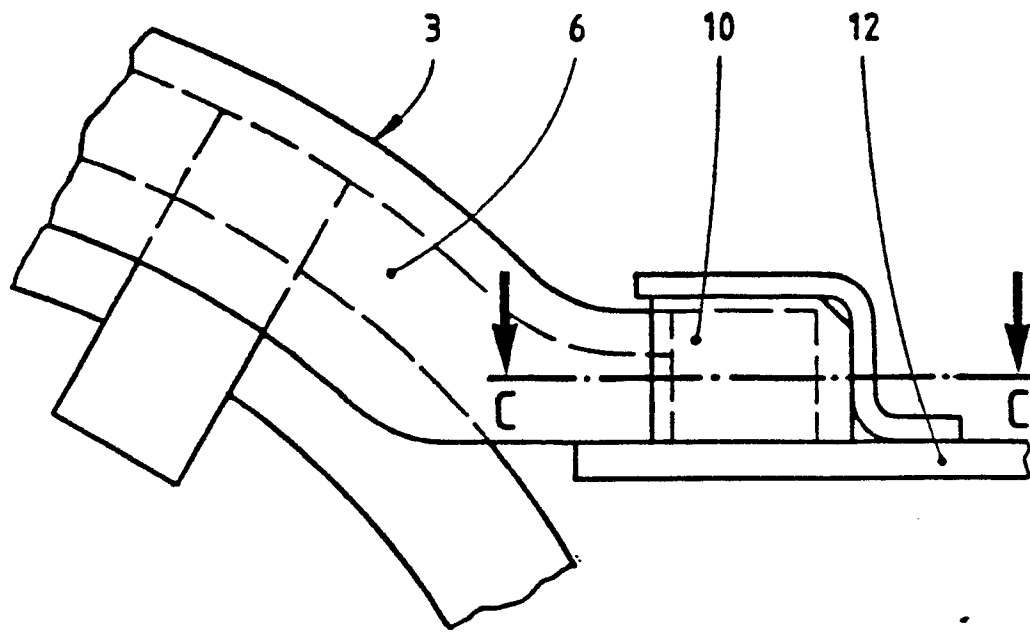


Fig. 9

Schnitt C-C

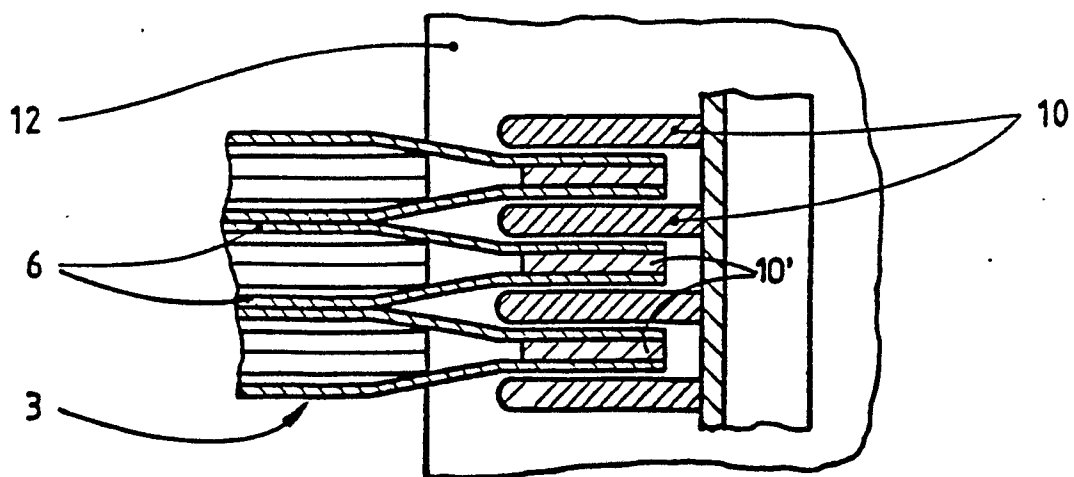


Fig. 10

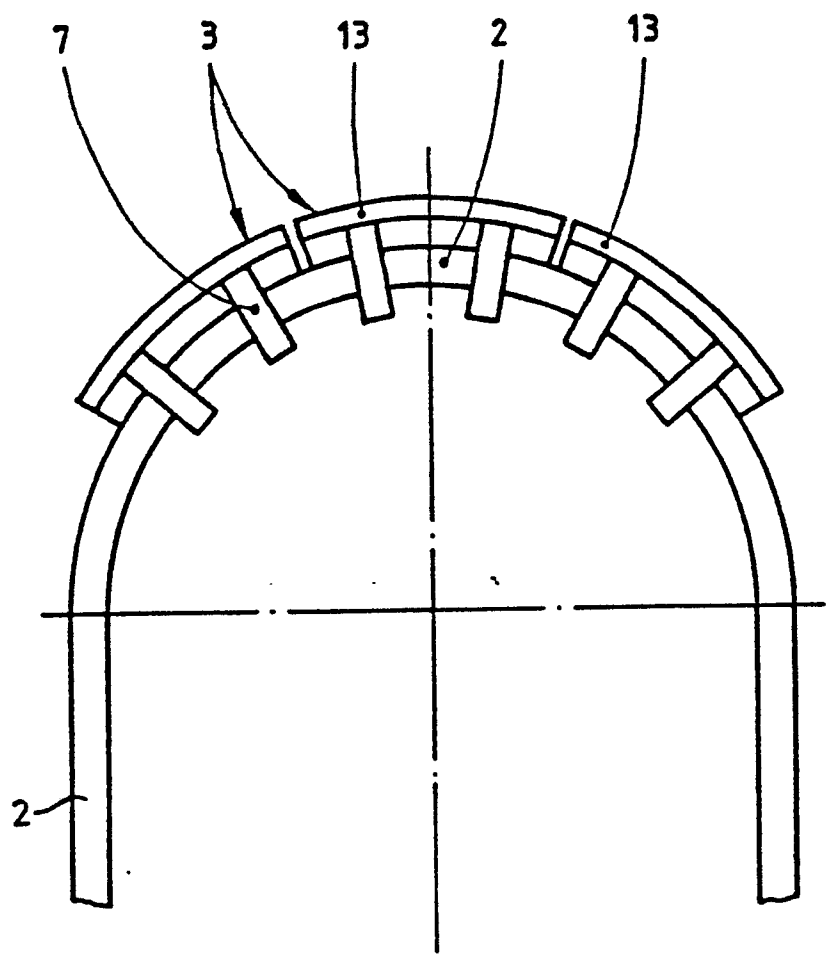


Fig. 11

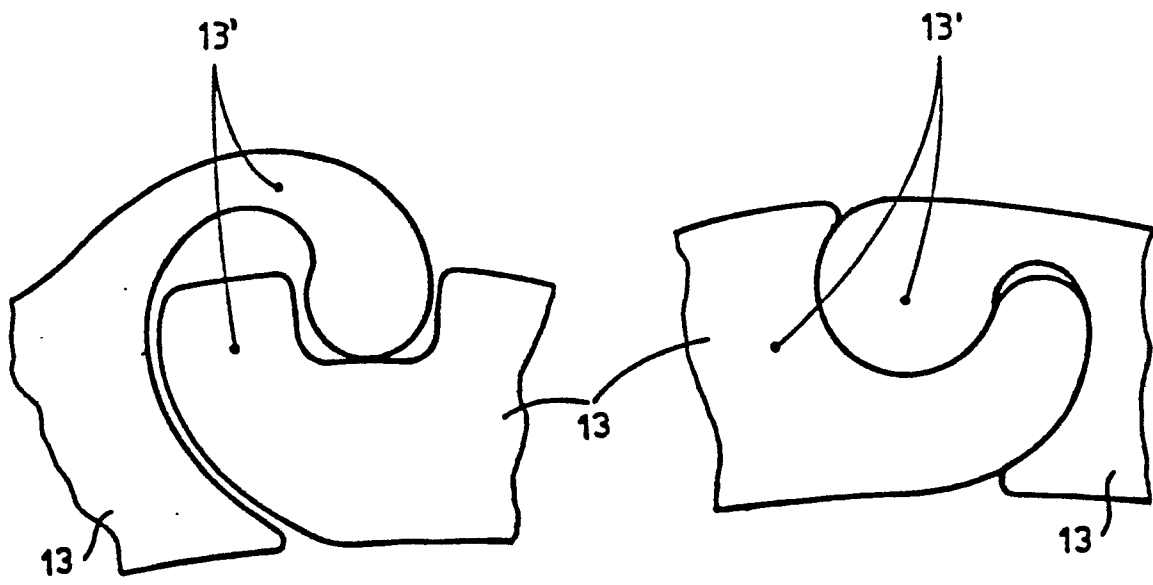


Fig. 12

Fig. 13

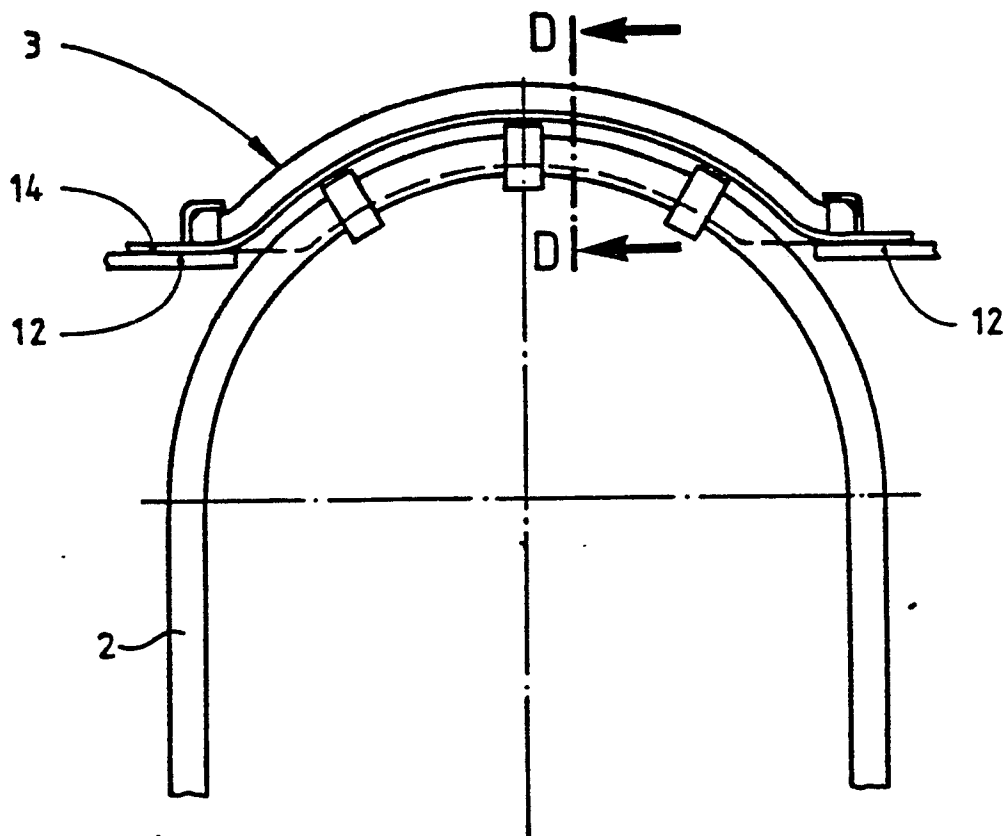


Fig. 14

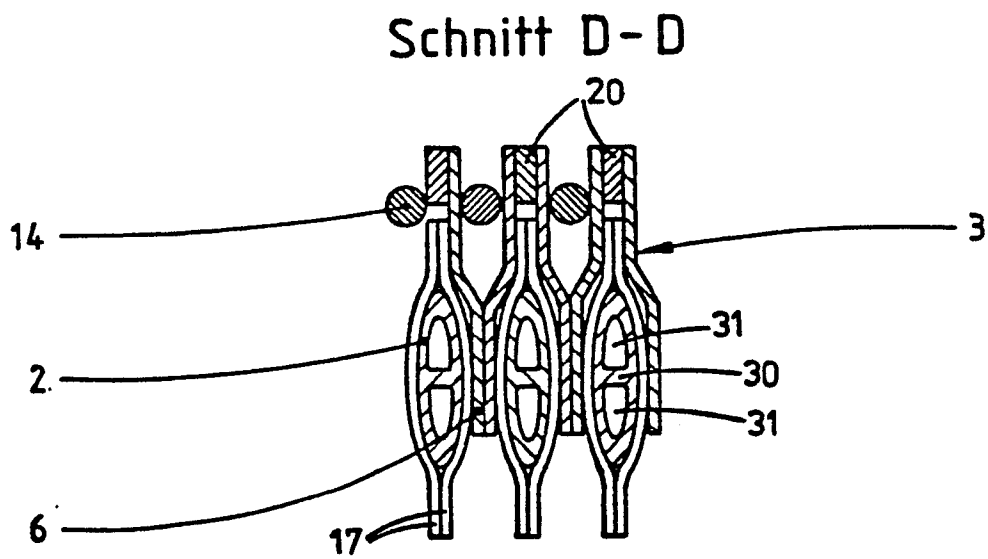


Fig. 15

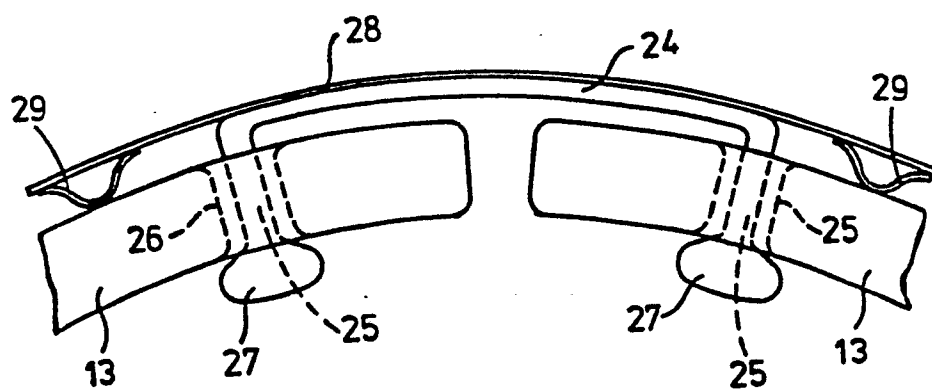
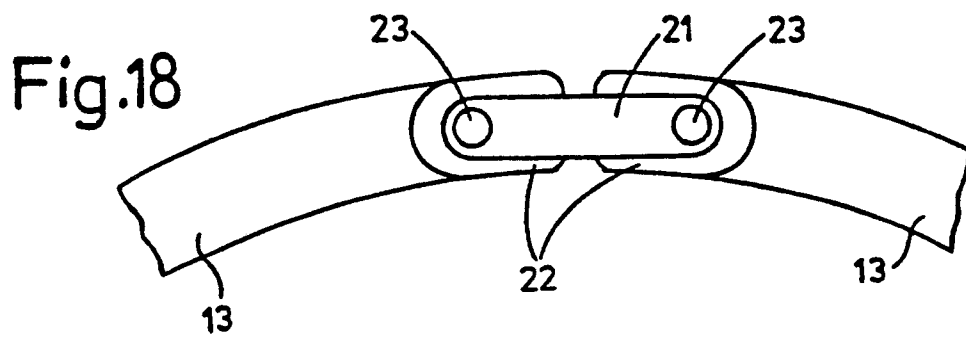
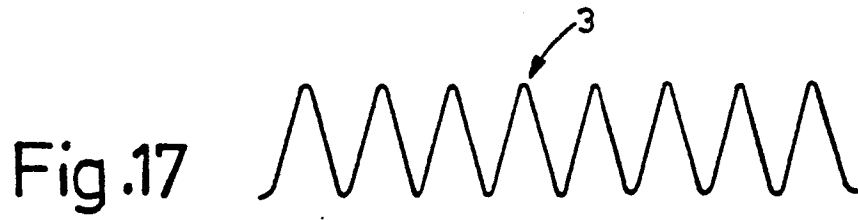
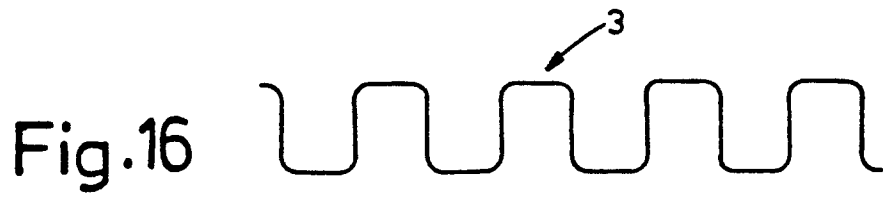


Fig.19