

19



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 134 012
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 84109338.8

51

Int. Cl. 4: **F 28 F 9/00, F 28 F 1/02**

22

Anmeldetag: 07.08.84

30

Priorität: 12.08.83 DE 3329202

71

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

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 13.03.85
Patentblatt 85/11

84

Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT**

72

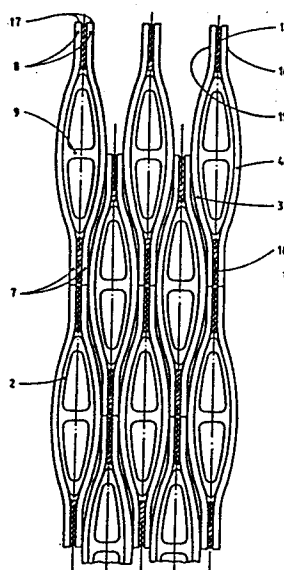
Erfinder: **Hagemelster, Klaus, Dipl.-Ing.,
Manzostrasse 28b, D-8000 München 50 (DE)**

54

Profilrohr-Wärmetauscher.

57

Bei einem Profilrohr-Wärmetauscher mit einem Feld von schichtartig angeordneten profilierten Anschlußrohren ist jedes beispielsweise lanzettenförmige Profilrohr von zumindest zwei Profilstreifen in Durchströmungsrichtung des Feldes in abstützender Weise zumindest teilweise flächig umschlossen. Die Profilstreifen benachbarter Profilrohre einer Schicht sind hierbei endseitig oder im Bereich der Enden in einer definierten Lage gehalten. Auch können sich die Profilstreifen direkt oder indirekt auf linken bzw. rechten benachbarten anderen Profilstreifen von benachbarten Profilrohren abstützen. Damit sind Einzelprofilrohre bei exakter Feldanordnung längsverschieblich und können Längenänderungen ausgleichen.



EP 0 134 012 A2

1 sr/si

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH

5

10

Profilrohr-Wärmetauscher

15

20

Die Erfindung bezieht sich auf einen Profilrohr-Wärmetauscher nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Ein derartiger Wärmetauscher ist aus der GB-OS 2 043 231 A bekannt. Diese Druckschrift vermittelt jedoch keinerlei Hinweis auf den später erörterten Schichtaufbau einer Wärmetauscher-Matrix. Vielmehr sind im vorliegenden bekannten Fall vorgelochte Blechplatten als Profilabstandshalter vorgeschlagen, deren Nachteile nachstehend ausführlich erläutert sind.

25

30

35

Bei einem hohen Temperaturen ausgesetzten Profilrohr-Wärmetauscher soll jedes Rohr sich in Richtung seiner Längsachse entsprechend seinem individuellen thermischen Zustand unabhängig von benachbarten Profilrohren frei dehnen können. Jedem Rohr ist als Bestandteil eines geordneten Feldes von umströmten Profilen ein bestimmter Ort und eine bestimmte Stellung zugewiesen, die es - in der Ebene des Querschnitts durch das Feld - auch unter der Wirkung von thermischen Verformungen nicht verlassen darf. Zu diesem Zweck sind Halterungen erforderlich. Es ist bereits vorgeschlagen worden, entsprechend gelochte Bleche zu verwenden, die - in verschiedenen Höhen angeordnet - die Zuordnung der Profilrohre sichern. Diese Bauweise hat verschiedene Nachteile erheblichen Gewichts:

ESP-743

- 1 - die Montage ist sehr umständlich, da jedes Profilrohr
in Richtung seiner Längsachse eingeschoben und durch
die verschiedenen Ebenen gefädelt werden muß.
- 5 - Das Lochfeld in den Blechen ist sehr schwer herzustellen.
- 10 - Die gelochten Bleche unterliegen in ihrer Ebene thermischen Gradienten und daraus resultierenden Spannungen. Da das Lochbild schmale Materialstege enthält, entstehenden an diesen Stellen Spannungskonzentrationen mit der Gefahr des Aufreißens, wodurch zumindest lokal die ordnende und haltende Wirkung verlorenggeht.
- 15 - Das Grundprinzip der freien Längsverschieblichkeit jedes individuellen Profilrohres bewirkt reibende Bewegungen zwischen der Rohroberfläche und der sie seitlich haltenden Flanke des zugehörigen Loches im Lochblech. Damit besteht die erhebliche Gefahr, daß das
- 20 Rohr an dieser Stelle in unzulässiger Weise abgerieben wird.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Wärmetauschers mit einem Feld von schichtartig angeordneten profilierten Anschlußrohren, bei dem vorgenannte Nachteile
25 überwunden und insbesondere bei einem einfachen Aufbau und einfacher Montage die Profilrohre lokal geordnet und im wesentlichen spannungsfrei abgestützt sind.

30 Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird hauptsächlich auf die Erfindungsmerkmale gemäß dem Kennzeichnungsteil des Anspruches 1 verwiesen. Mit allgemeinen Worten ausgedrückt, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die Profilrohre an vorbestimmten Stellen mit
35 Profilstreifen oder Blechleisten zu umfassen, die von

1 beiden Seiten an das Profilrohr angelegt und miteinander
oder auch mit dem Profilrohr oder auch auf beide Weisen
gleichermaßen so verbunden werden, daß das Profilrohr
unverschieblich vom Material der Streifen bzw. Leisten
5 umschlossen wird. Die Distanzhaltung mittels Blech-
streifen kann in einfachster Weise erfolgen, indem die
das Profil umfassenden Bleche eine Dicke aufweisen, die
der Hälfte des zu überbrückenden kleinsten Abstandes
zwischen benachbarten Profilrohren entspricht. Die Kon-
10 takte ergeben sich dabei - abhängig von der Form des
Profils - an Stellen zwischen der Spitze und der Mitte
des Profilrohres. Dabei haben die kontaktierenden Flan-
kenabschnitte an diesen Stellen einen Verlauf, der in
einem Winkel zur Schichtebene liegt. Bei Verlagerung ei-
15 nes individuellen Profilrohres gegenüber dem übrigen
Rohrfeld in oder gegen die Richtung der Schicht - bei-
spielsweise durch thermische Verzüge - entwickelt sich
bei dieser Ausgestaltung eine Keilwirkung. Als Folge
dieser Keilwirkung löst eine örtlich in der Ebene der
20 zugehörigen Schicht wirkende verlagernde Kraft ihr ent-
gegenwirkende große Querreaktionen aus, die eine spal-
tende Wirkung auf die Stellen der benachbart im Feld an-
geordneten Profile haben. Bei dieser Art der Abstands-
halterung stellt die reguläre Anordnung der beispiels-
25 weise lanzettenförmigen Profilrohre im Feld gleichzeitig
deren dichteste Packung dar. Jede Abweichung einzelner
oder auch von Gruppen von Lanzetten aus ihrer Lage
heraus, beispielsweise durch thermische Verbiegung, be-
wirkt über die beschriebene Keilwirkung und elastische
30 Verschiebungen eine Expansion des Lanzettenfeldes.

Dieser Effekt kann durch eine vorteilhafte weitere Aus-
gestaltung der Erfindung vermieden werden, indem die das
Profil umschließenden Blechleisten sich in Richtung der
35 Außenströmung um das Profilrohr von den Stellen aus, an

1 denen sie sich paarweise treffen, gemeinsam nach beiden
Seiten weiter in die Zwischenräume hinein erstrecken,
die sich in Strömungsrichtung aus der Zuordnung der Pro-
file im Feld bis zum nächsten und dem vorherigen Profil-
5 rohr ergeben. Diese Enden oder Fortsätze der Profil-
oder Blechleisten treffen sich - vom jeweils vorderen
Profilrohr in Strömungsrichtung vom jeweils hinteren
Profilrohr gegen die Richtung der Strömung kommend - in
der Mitte der vorstehend beschriebenen Zwischenräume. An
10 den so entstehenden Kontaktstellen stützen sie sich ge-
geneinander in einer Weise ab, daß die in dieser Rich-
tung hintereinanderstehenden Profile sich nicht aus der
ihnen im Feld zugeordneten Lage entfernen können. Da an
diesen Stellen lediglich ein flächiger Kontakt, aber
15 keine Verbindung besteht, tritt keine Behinderung der
individuellen Längsdehnung der Profilrohre bzw. des Ge-
bildes aus Profilrohr nebst Profilstreifenummantelung
auf, ausgenommen von Reibungsreaktionen, die an den Kon-
taktstellen als Folge der dort wirkenden Haltekräfte
20 auftreten können. Zur besseren Übertragung dieser Halte-
kräfte können die Kontaktstellen durch Kontaktstücke
oder Übertragungskörper der vorstehend beschriebenen Art
dargestellt werden. Die Kontaktstücke können mit den En-
den oder Fortsätzen der Blechleisten verbunden sein, ent-
25 weder indem sie von diesen eingeschlossen werden, oder
indem sie diese einschließen.

Es kann auch ein Kontaktstück verwendet werden, das die
Enden der Blechleisten an der besagten Stelle zwischen
30 zwei in Strömungsrichtung hintereinanderliegenden Profil-
rohren einer Schicht unter Ausbildung von jeweils einer
gelenkigen Anschlußstelle miteinander verbinden. Die An-
schlußstelle kann auch hierbei umschließend oder ein-
schließend gestaltet sein.

35

1 Bei einem Anschluß der letztgenannten Alternative be-
wirkt die individuelle Längsdehnung eines Profilrohrs
bzw. des Gebildes aus Profilrohr nebst Profilstreifenum-
5 mantelung gegenüber den auf diese Weise mit ihm verketteten weiteren Profilrohrs bzw. Gebildes eine Winkelverschiebung des Kontaktstücks. Die Verkettung kann durch eine gelenkige Verbindung mit Buchsen und Bolzen dargestellt werden, die aus verschleißfesten Materialien gefertigt sind. Auch können Laschen für Kettenglieder vorgesehen sein.
10

Eine weitere sehr vorteilhafte Wirkung der Übertragungskörper oder Kontaktstücke kommt zustande, wenn sie in ihrer Breite so bemessen sind, daß sie die Lücke zwischen zwei quer zur Strömungsrichtung benachbarten Profilrohren ausfüllen. Sie wirken dadurch auch in dieser
15 Richtung als distanzhaltende Elemente. Die distanzhaltenden Elemente haben die Funktion, die Ordnung der Profilrohre im Feld aufrechtzuerhalten. Sie wirken damit den Tendenzen der Profilelemente entgegen, aufgrund von
20 inneren Spannungen, z.B. aus Temperaturgradienten, ihre Stellung zu verlassen. Als Folge der damit bewirkten Dehnungsbehinderung müssen an den die Distanzhaltung gewährleistenden Stellen Kräfte übertragen werden. Die
25 vorstehend beschriebenen systembedingten und konstruktiv gewollten Differenzdehnungen in Höhenrichtung der Profilrohre bewirken an den distanzhaltenden Kontaktstellen Reibungsreaktionen unter der Wirkung der besagten Haltekräfte. Den verhältnismäßig langsam ablaufenden Reibungsbewegungen überlagern sich solche, die aus Vibrationen des Profilfeldes resultieren.
30

35

ESP-743

Im Sinne der Schwingungsdynamik sind die Kontaktstellen vorteilhafte Dämpfungsglieder. Die kontaktierenden Oberflächen unterliegen bei diesen Wirkungen jedoch Reibungsbewegungen. Im Hinblick darauf ist es vorteilhaft, daß die Kontaktstellen aus zusätzlichen Gliedern - Flanken der Profil- oder Blechleisten und der Kontaktstücke - gebildet werden. Einerseits sind dadurch die Profilrohr-oberflächen gegen Reibverschleiß geschützt, andererseits können die Kontaktstellen durch Wahl eines entsprechenden Werkstoffes oder Aufbringen verschleißfester Schichten reibungsresistent gemacht werden.

Von großer Bedeutung ist die Tatsache, daß durch das vorgeschlagene Gestaltungsprinzip Torsionsverformungen der Profilrohre über die größtmögliche Distanz behindert werden und daher das aus dem Reaktionsmoment der Abstützung an den Kontaktstellen resultierende Kräftepaar klein ist.

Vorteilhaft ist weiterhin, daß die Haltekräfte quer zur Strömungsrichtung im Bereich der Profilquerstege übertragen werden. Damit können Kräfte, die sich aus der Abstützung der Profilrohrmatrix an umrandenden Bauelementen, beispielsweise aus Massenwirkungen durch Stöße und Schwingungen, ergeben, durch das Profilrohrfeld hindurch aufsummiert und fortgepflanzt als Druckbelastungen über die steifen Stellen der Profilrohre abgeleitet werden. Das gilt in ähnlicher Weise für die Kräfteableitung in Strömungsrichtung, bei der sich die Steifigkeit des Feldes aus der Gestalt der Profilrohre ergibt (Biegung über eine große Länge).

In weiterer Ausgestaltung des Grundgedankens der Erfindung können die distanzhaltenden Kontaktstücke oder Übertragungskörper auch mit gabelförmigen Ansätzen versehen

1 sein, die, von beiden Seiten über das Profilrohr gescho-
ben, letzteres umfassen und an den Stoßstellen mit dem
Profilrohr und auch miteinander verbunden werden. Die
Fuge kann auch alternativ durch ein Druckstück über-
5 brückt werden, das die Seitenkräfte von den Übertra-
gungskörpern aufnimmt.

In weiterer Ausgestaltung können die Kontaktstellen auch
formschlüssig ineinandergreifen, wobei Längsverschieb-
10 lichkeit der Profilrohrgebilde möglich ist.

Bezüglich der vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung
wird im übrigen auf die Merkmale nach den Patentan-
sprüchen 2 bis 16 verwiesen.

15 Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbei-
spielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläu-
tert; es zeigen:

20 Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht des Feldes
profiliertes Rohre eines Profilrohrwärmetauschers,

Fig. 2 die Profilrohre nach Fig. 1 in einer Teilquer-
schnittsansicht im Bereich der Abstandshalterung,

25 Fig. 3 eine Profilrohrhalterung anderer Ausgestaltung
der Abstützelemente,

Fig. 4 eine Profilrohrhalterung nach Fig. 3 mit anderer
Ausgestaltung der Kontaktstücke,

30 Fig. 5 ein einzelnes Profilrohr der Fig. 4 mit umschlosse-
nem Kontaktstück,

35 Fig. 6 ein einzelnes Profilrohr der Fig. 4 mit umschlies-
sendem Kontaktstück,

- 1 Fig. 7 eine Profilrohrhalterung in Form eines ketten-
gliederartig angelenkten Kontaktstückes in einer
schematischen Teilquerschnittsansicht,
- 5 Fig. 8 die Halterung nach Fig. 7 in einer Draufsicht,
Fig. 9 eine schematische Querschnittsansicht eines wei-
teren kettenartigen Kontaktstückes zwischen zwei
benachbarten Profilrohren,
- 10 Fig. 10 ein profiliertes Einzelrohr mit gabelförmigen
Übertragungskörpern,
Fig. 11 die Ausführungsform nach Fig. 10 mit zwischenge-
ordneten Druckstücken und
- 15 Fig. 12 benachbarte Profilrohre mit einer weiteren Aus-
führungsform von Übertragungskörpern.
- 20 Gemäß Fig. 1 ist eine Anordnung 1 von Profilrohren 2
schematisch im Bereich der durchströmten Matrix eines
Profilrohr-Wärmetauschers in einer Teilquerschnittsansicht
dargestellt. Jedem Profilrohr 2 ist als Bestandteil eines
geordneten Profilrohrfeldes ein bestimmter Ort und eine
25 bestimmte Stellung zugewiesen, die es in der Ebene des
Querschnittes durch das Feld gemäß Fig. 1 auch unter der
Wirkung von thermischen Verformungen nicht verlassen darf.
- 30 Wie in Fig. 2 veranschaulicht, sind für eine Lagezuord-
nung und Halterung der Profilrohre 2 als Abstandshalter
an vorbestimmten Stellen Profilstreifen 3, 4 vorgesehen,
die in Form von Blechleisten flächig angeschlossen sind.

35

1 Jedes Profilrohr 2 besitzt gemäß Fig. 2 einen linken Pro-
filstreifen 3 sowie einen rechten Profilstreifen 4, die
im wesentlichen gleich ausgebildet sind. Beide Streifen
3, 4 erstrecken sich im wesentlichen in Richtung der
5 Heißgasrichtung A des Profilrohrfeldes bzw. der Wärme-
tauscher-Matrix und besitzen eine gleiche Länge, die
länger ist als das des Rohrprofils.

Die Profilstreifen 3, 4 gemäß Fig. 2 sind in ihrer Dicke
10 so bemessen, daß sie die zwischen den Spitzen der Rohr-
profile bestehenden Zwischenräume ausfüllen und an die-
sen Stellen die abstandshaltenden Kontakte zustandekom-
men. Eine deartige Konfiguration weist einen einfachen
Aufbau auf und ist leicht und billig herzustellen. Die
15 Kräfteübertragung erfolgt hierbei im Bereich einer
schrägen Berührungslage zwischen den zugehörigen Strei-
fen ("keilförmige Stützkontakte"). Sämtliche derart
flächig umschlossenen Profilrohre 2 liegen im Gesamtfeld
von Profilrohren gemäß Fig. 2 schichtweise nebeneinander.
20 Die Profilrohre 2 bzw. die in erwähnter Weise darge-
stellten Gebilde aus Profilrohr 2 nebst zugehöriger Pro-
filstreifenummantelung einer Schicht 10, 11, 12, 13 oder
14 grenzen in besagter schräger Berührungslage linear
an die der jeweils rechts und links benachbarten Schicht
25 an und sind in Rohrlängsrichtung relativ zueinander zu-
einander verschieblich. Die Profilstreifen 3, 4 eines
Profilrohrs 2 gemäß Ausführungsbeispiel nach Fig. 2
sind fest miteinander verbunden, so daß das eingeschlos-
sene Profilrohr 2 unverschieblich vom Material der
30 Streifen umschlossen ist.

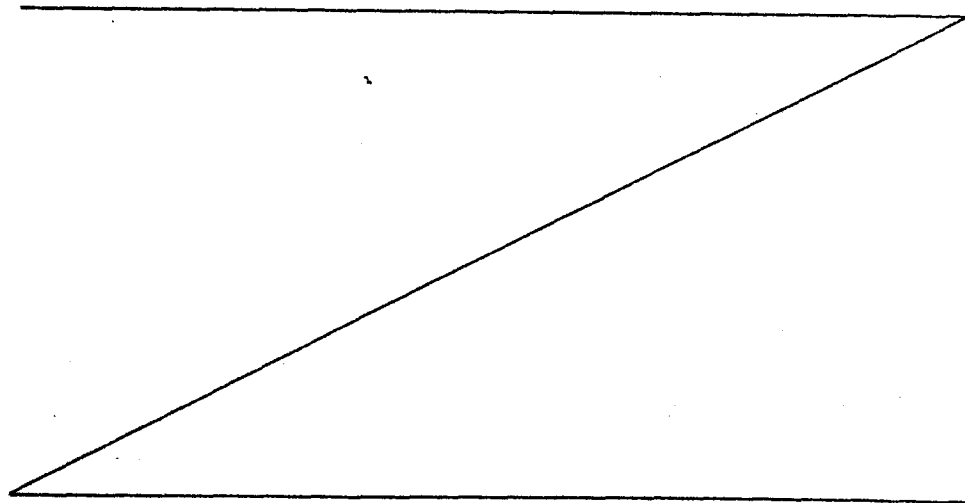
Die Distanzhaltung mittels Profilstreifen oder Blechlei-
sten, die das Profilrohr lokal umfassen, kann bei höheren
Ansprüchen an die Genauigkeit der Positionierung insbe-
35 sondere auch bei Vorherrschen höherer Temperaturgradien-

1 ten auf die in Fig. 3 ff gezeigten Arten bewirkt werden.
Auch dabei liegen die von Profilstreifen flächig umschlos-
senen Profilrohre 2 im Gesamtfeld von Profilrohren gemäß
5 Fig. 3 schichtweise nebeneinander. Benachbarte Profilrohre
2 von benachbarten Schichten liegen bei gleicher Gesamt-
längsausrichtung gesehen in einer Querschnittsansicht
versetzt zueinander. Dabei erfolgt die gegenseitige Ab-
stützung in Querrichtung durch die Seitenflächen 15, 16
10 der Profilstreifenenden 7, 8 jeweils mittig auf den Außen-
seiten der rechts und links angrenzenden Profilstreifen 3,
4 der Profilrohre der benachbarten Schichten. In Längs-
richtung erfolgt die gegenseitige Abstützung flächig an
den Stirnflächen 17 der Profilstreifenenden 7, 8. Der
15 Breitenabstand der Seitenflächen 15, 16 der Profilstreifen-
enden 3, 4 ist gemäß Fig. 3 so bemessen, daß er die Lücke
zwischen den Profilstreifen 3, 4 zweier quer zur Strömungs-
richtung benachbarter Profilrohre ausfüllt, die zu den zwei
jeweils rechts und links benachbarten Schichten gehören.
20 Die dazu erforderliche Distanz zwischen den Profilstreifen-
enden 7 und 8 kann durch eingeprägte Noppen oder gemäß
Fig. 3 durch zwischengefügte Verbindungskörper 18, 19
dargestellt werden.

25

30

35



1 Die Verbindungskörper können auch als Kontaktstücke 15',
16' gemäß Fig. 4 und 5 ausgebildet sein. Beide Profil-
streifen 3, 4 eines jeden Profilrohrs 2 besitzen
parallel verlaufende zueinander ausgerichtete voneinan-
5 der beabstandete Enden, wobei die ersten (gemäß Fig. 4
unteren) Profilstreifenenden 7 ein erstes Kontaktstück
15' und die entsprechenden zweiten Profilstreifenenden
8 auf der anderen Seite des gleichen Profilrohrs 2 ein
entsprechendes zweites Kontaktstück 16' aufnehmen.

10 Die Höhe bzw. Breite der als Verbindungskörper wirkenden
Kontaktstücke 15', 16' ist so bemessen, daß sie die
Lücke zwischen zwei quer zur Strömungsrichtung benach-
barten Profilrohren 2 ausfüllen, wobei - wie ferner aus
15 Fig. 4 erkennbar - die jeweiligen Seitenflächen der Kon-
taktstücke 15', 16' einen gemäß den angrenzenden Gegen-
flächen der Profilstreifen 3, 4 gewölbten Formverlauf
aufweisen.

20 Die Kontaktstücke 15', 16' wirken somit nicht nur in
Durchströmungsrichtung, sondern auch in Querrichtung als
distanzhaltende Elemente. Die distanzhaltenden Elemente
haben die Funktion, die Ordnung der Profilrohre im Ge-
samtfeld aufrechtzuerhalten.

25 Die Abstützung der Kontaktstücke 15', 16' erfolgt in ei-
nem Bereich der benachbarten Profilrohre 2, in denen
diese einen inneren mittigen Quersteg 9 aufweisen. Damit
sind gute Kräfteübertragungsverhältnisse gewährleistet.

30 Die Anordnung ist so getroffen, daß einzelne Profilrohre
aufgrund von Wärmeeinflüssen längsverschieblich bezüg-
lich zueinander sind, ohne die Lagezuordnung in der
Ebene des Querschnitts durch das Feld zu verändern. Be-
nachbarte Kontaktstücke 15', 16' führen dabei eine Rela-
35 tivbewegung zueinander und zu benachbarten Profilstrei-

1 fen 3, 4 aus. Um einen Reibungsverschleiß zu minimieren,
können zumindest die äußeren Flächen der Profilstreifen
3, 4 oberflächengehärtet bzw. mit einer verschleißfesten
Schicht versehen sein.

5

Das in Fig. 6 veranschaulichte Ausführungsbeispiel einer
Halterung von Profilrohren 2 umfaßt Verbindungskörper 15",
16", die die zugehörigen Profilstreifenenden , z.B. 8,
im Gegensatz zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 5, zan-
10 genartig umgreifen. Es kann ferner zwischen benachbar-
ten Profilrohren 2 einer Schicht als Verbindungskörper
ein Kontaktstück 20 verwendet werden, das die Fortsätze
bzw. Enden 7, 8 der Profilstreifen 3, 4 kettengliedartig
gelenkig miteinander verbindet, wie dies in den Fig. 7
15 und 8 gezeigt ist. Das kettengliedartige Kontaktstück 20
weist für jedes Streifenpaar eine gelenkige Bolzenver-
bindung 21 auf. Bei einem Anschluß bzw. einer Halterung
nach den Fig. 7 und 8 bewirkt die individuelle Längs-
dehnung eines Profilrohrs gegenüber den auf diese Weise
20 mit ihm verketteten Rohr eine Winkelverschiebung des
Kontaktstücks 20.

Die Verkettung kann auch wie in Fig. 9 dargestellt ge-
staltet sein. Hierbei erfolgt die gelenkige Bewegung
25 zwischen Buchsen 24 und Bolzen 21, die aus verschleiß-
festem Material hergestellt sind. Ein derart ketten-
gliedartiges Kontaktstück 22 weist zudem zwei äußere
Laschen 22' und 23 auf.

30 In weiterer Ausgestaltung des Grundgedankens der Erfin-
dung können die distanzhaltenden Elemente auch durch
Übertragungskörper bzw. Profilstreifen 5 und 6 ausge-
bildet sein, die gabelförmige Ansätze besitzen, welche
von beiden Seiten über das Profilrohr 2 geschoben
35 letzteres umfassen und an den Stoßstellen, wie in

1 Fig. 10 gezeigt, durch Schweißung miteinander verbind-
bar sind.

5 Eine Fuge zwischen den zugehörigen gabelförmigen Par-
tien der Profilstreifen 5, 6 kann auch durch Druckstücke
25 gemäß Fig. 11 überbrückt sein, die die Seitenkräfte
von den Profilstreifen aufnehmen.

10 In weiterer Ausgestaltung können benachbarte gabelför-
mige Profilstreifen 5, 6 benachbarter Profilrohre 2 ei-
ner Rohrschicht formschlüssig, d.h. zentrierend ineinan-
dergreifen, wie dies beispielsweise in Fig. 12 gezeigt
ist. Längsverschieblichkeit in Rohrlängsrichtung ist
hierbei ebenfalls möglich.

15 Ferner können die Profilstreifen oberflächengehärtet
oder zumindest teilweise mit einer reibungsverschleiß-
festen Schicht versehen sein.

20 In der Ausbildung, z.B. als Blechstreifen, können die
Profilstreifen in einer gemeinsamen Matrixquerebene
oder in mehreren jeweils gemeinsamen Matrixquerebenen
angeordnet sein.

25 Folgt man nochmals den Fig. 4 und 5, so ergibt sich
daraus, daß die Breite h der Kontaktstücke 15', 16'
zweier Profilrohre 2 einer Schicht 11 gleich dem Abstand
zwischen dem linken Profilstreifen 3 des Profilrohrs 2
einer ersten Schicht 10 und dem rechten Profilstreifen 4
30 des zugehörigen Profilrohrs 2 einer in Matrixquerrich-
tung daran angrenzenden dritten Schicht 12 ist.

Im übrigen kann - wie sinngemäß eingangs schon erwähnt -
jedes Profilrohr 2 unverschieblich von den Profilstreif-
35 fen, z.B. 3, 4 (Fig. 4) umschlossen sein, so daß die Pro-
filstreifen 3, 4 zusammen mit dem jeweiligen Profilrohr
2 längsverschieblich sind.

1 sr/si

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH

5

P a t e n t a n s p r ü c h e

10

1. Profilrohrwärmetauscher, dessen von einem Heißgasstrom
umströmbare Matrix aus mehreren, parallel zu einer
gemeinsamen Matrixquerebene verlaufenden Reihen im
wesentlichen jeweils gleichförmiger Profilrohre mit
lanzettentförmigem Querschnitt besteht, wobei die Profil-
rohre besagten Reihen in Längsrichtung jeweils parallel
zu einer gemeinsamen Matrixlängsebene angeordnet sind
und ferner mit ihren an- und abströmseitig einander
benachbarten Profilzuspitzungen, unter Ausnutzung der
sich als Folge dieser Zuspitzungen ergebenden räum-
lichen Erweiterungen, ineinandergreifen, gekennzeichnet
durch folgende Merkmale:

a) jedes lanzettenartige Profilrohr (2) ist
von gemäß der Profilaußenkontur geformten,
die genannten Endkanten in Längsrichtung
überkragenden Profilstreifen (3,4) umschlossen,
die als Profilabstandshalter zum schichtweisen
Zusammenfügen der Matrix ausgebildet sind;

35 ESP-743

1 b) die zur Abstandshaltung benachbarter Profilreihen
 benötigten Kontaktflächen zwischen den Profil-
 streifen (3,4) sind entweder in Höhe des gegen-
 seitig gekrümmt ineinandergreifenden Profil-
5 streifenendwandverlaufs (Fig.2) oder in Höhe des
 Profilmittenbereichs, zwischen einem Profilstreifen
 (z.B. 3) und dem die Profilendkanten überkragenden
 Endwandverlauf (7,8) zweier aufeinandertreffender
10 benachbarter Profilstreifen (z.B. 4,4) ausge-
 bildet (Fig. 3);

 c) jedes Profilrohr (2) weist einen mittigen
 Quersteg (9) auf.

15 2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die einzelnen Profilrohre (2) in
 Schichtlängsrichtung über die Stoßkanten (17) der
 aufeinandertreffenden Profilstreifenenden (7,8)
 gegeneinander abgestützt sind.

20

 3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, dadurch ge-
 kennzeichnet, daß die Einhaltung des erforderlichen
 Breitenmaßes für die Seitenflächen (15,16) der Profil-
 streifenenden (7,8) eines Profilrohrs (2) mittels
25 zwischen die genannten Enden eingefügter Ver-
 bindungskörper (18,19) erfolgt.

25

 4. Wärmetauscher nach Ansprüchen 1, 2 und 3, dadurch
 gekennzeichnet, daß die Profilstreifenenden (7,8)
30 benachbarter Profilrohre (2) einer Schicht durch
 zumindest ein Kontaktstück (15', 16') miteinander
 lose oder fest verbunden sind.

30

35 ESP-743

- 1 5. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, daß an jeder Kontaktstelle zwei
in Schichtlängsrichtung gegeneinandergerichtete
Kontaktstücke (15', 16') vorgesehen sind, die
5 zumindest teilweise durch zugehörige Profilstreifen-
enden (7,8) eingeschlossen sind und an ihren nicht
eingeschlossenen, hammerkopffartig aufgeweiteten
Stirnseitenenden flächig und in Rohrlängsrichtung
axial verschieblich angrenzen.
- 10 6. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, daß an jeder Kontaktstelle zwei
in Schichtlängsrichtung gegeneinandergerichtete
Kontaktstücke (15'', 16'') vorgesehen sind, die
15 zumindest teilweise die zugehörigen Profilstreifen-
enden (7,8) zangenartig umgreifen und an ihren ande-
ren Stirnseitenenden flächig und in Rohrlängsrichtung
axial verschieblich angrenzen.
- 20 7. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Kontaktstücke (20,22) ketten-
gliedartig an zugehörigen Profilstreifenenden (7,8)
angelenkt sind.
- 25 8. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch
gekennzeichnet, daß jeweils zwei gabelförmige Profil-
streifen (5,6) für ein Profilrohr (2) vorgesehen sind,
von denen der eine (5) die eine Profilrohrseite und
der andere Profilstreifen (6) die andere Profilrohr-
30 seite links- und rechtsseitig umgreift.
9. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die gegen die Profilquermittellebene
gerichteten Gabelenden der Profilstreifen (5,6) fest
35 miteinander verbunden sind.

- 1 10. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch
gekennzeichnet, daß die gegen die Profilquermittel-
ebene gerichteten Gabelenden der Profilstreifen
5 (5,6) durch Druckstücke (25) miteinander verbunden
sind.
11. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 10, dadurch
gekennzeichnet, daß die von der jeweiligen Gabel-
partie abgewandten einstückigen Endteile der
10 Profilstreifen (5,6) benachbarter Profilrohre (2)
einer Schicht - unter Gewährleistung gegenseitiger
Längsverschieblichkeit - formschlüssig zentriert
ineinandergreifen.
- 15 12. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch
gekennzeichnet, daß die Profilstreifen (3,4 bzw.
5, 6) oberflächengehärtet oder zumindest teilweise
mit einer reibungsverschleißfesten Schicht versehen
sind.
- 20 13. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch
gekennzeichnet, daß die Profilstreifen (3, 4 bzw.
5, 6) Blechleisten sind, die in einer gemeinsamen
Matrixquerebene oder in mehreren jeweils gemeinsamen
25 Matrixquerebenen angeordnet sind.
14. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 13, dadurch
gekennzeichnet, daß die Breite (h) der Kontaktstücke
(15', 16') zweier Profilrohre (2) einer Schicht (11)
30 gleich dem Abstand zwischen dem linken Profilstreifen
(3) des Profilrohrs (2) einer ersten Schicht (10)
und dem rechten Profilstreifen (4) des zugehörigen
Profilrohrs (2) einer in Matrixquerrichtung daran
angrenzenden dritten Schicht (12) ist (s.h.z.B.
35 Fig. 4).

- 1 15. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 14, dadurch
gekennzeichnet, daß die Seitenflächen der Kontakt-
stücke (15', 16') einen gemäß den angrenzenden
5 Gegenflächen der Profilstreifen (3,4) gewölbten
Formverlauf aufweisen.
16. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch
gekennzeichnet, daß jedes Profilrohr (2) unverschieb-
lich von den Profilstreifen (3,4) umschlossen ist,
10 wobei die Profilstreifen (3,4) zusammen mit dem je-
weiligen Profilrohr (2) längsverschieblich sind.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35 ESP-743

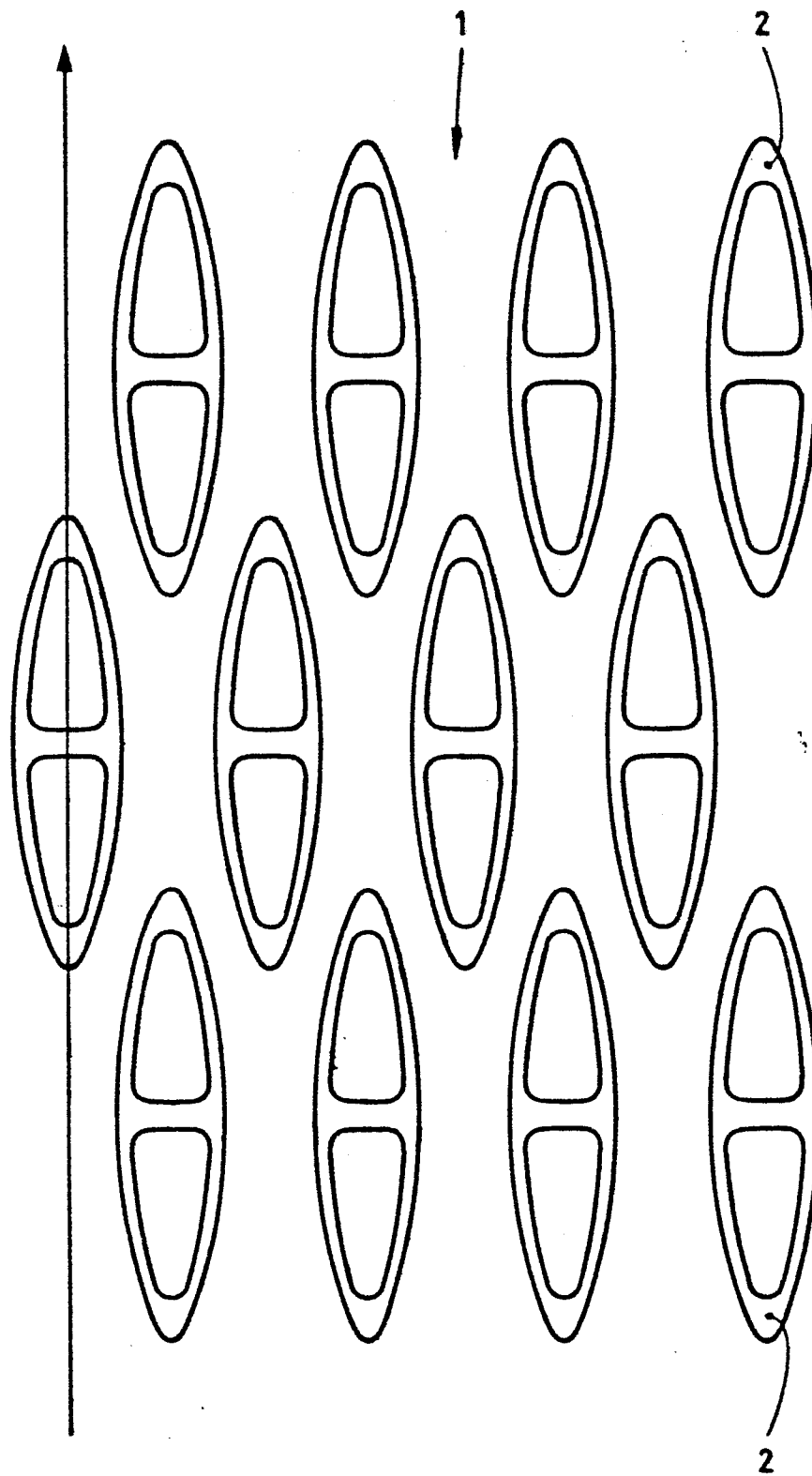


Fig.1

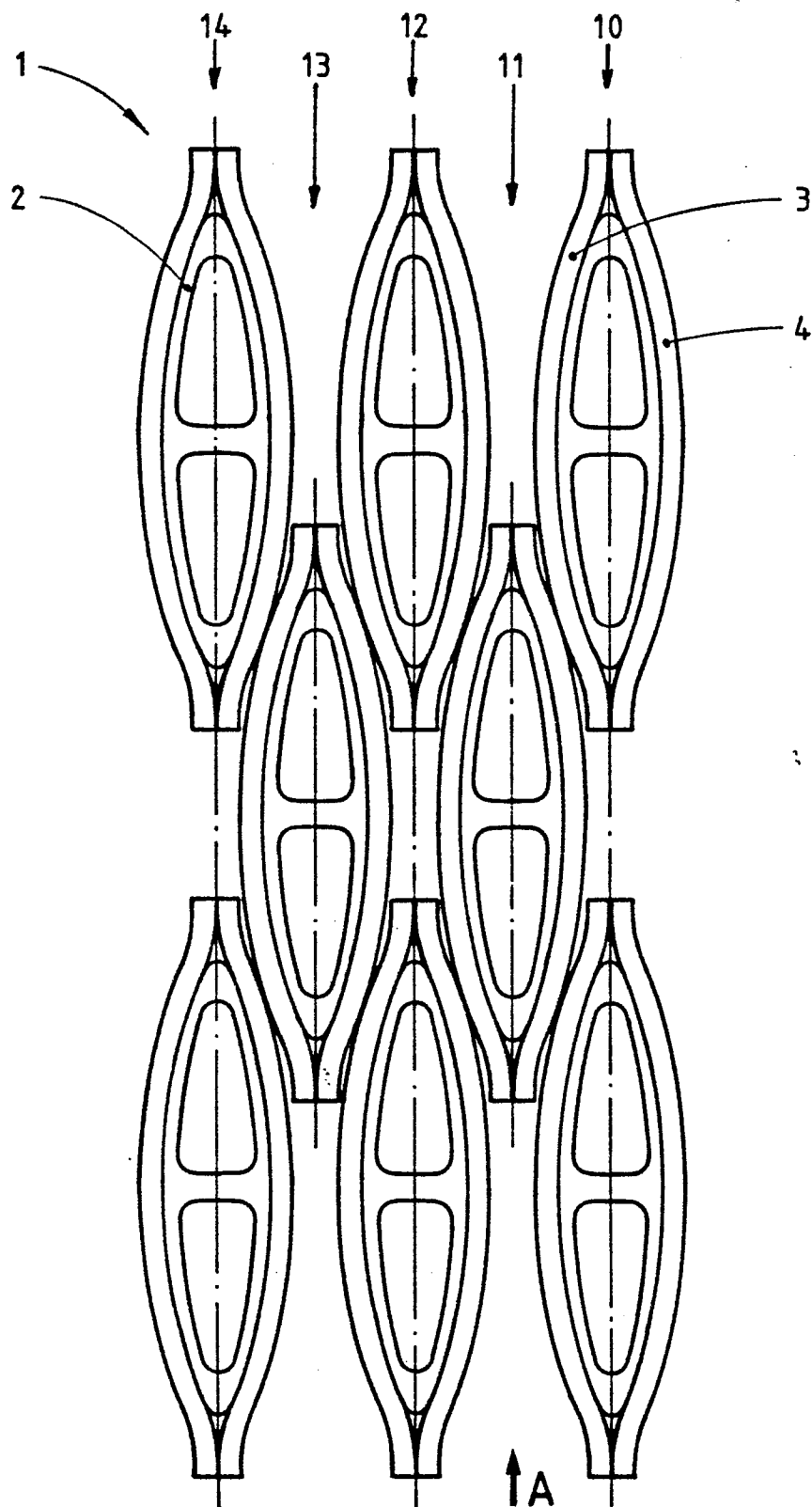


Fig.2

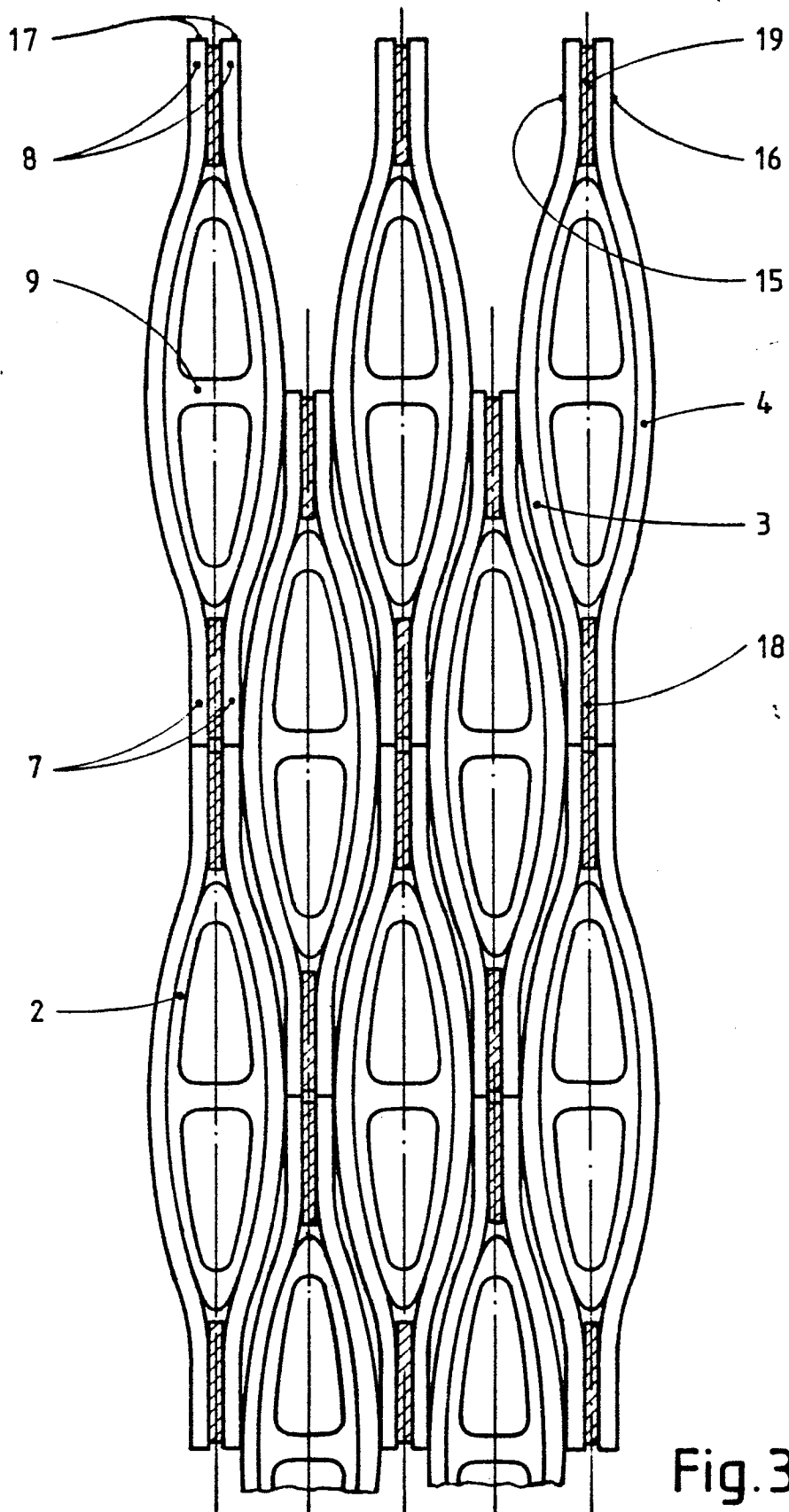


Fig.3

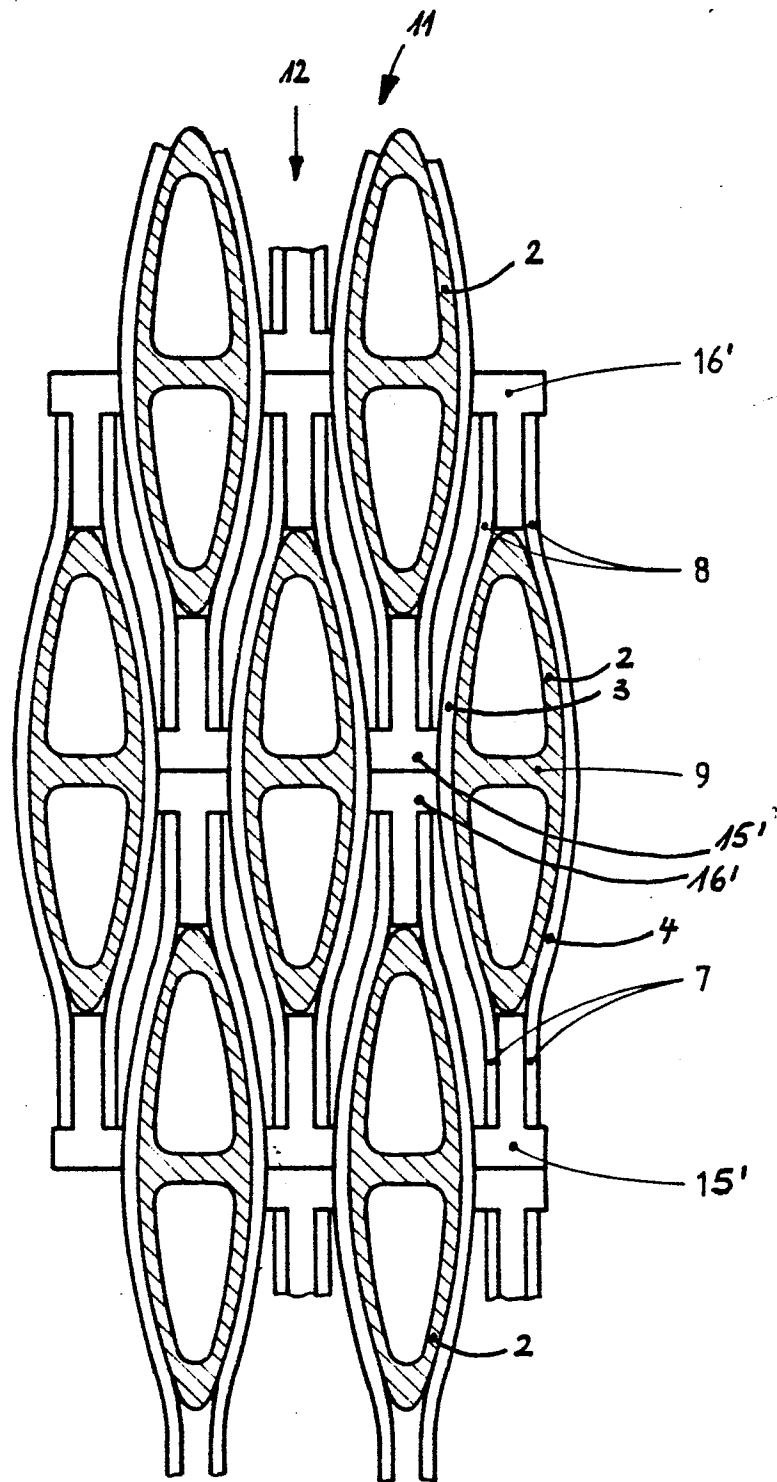


Fig.4

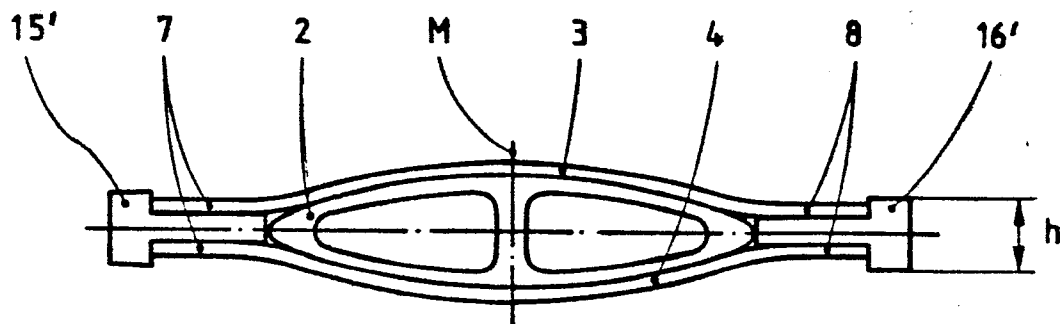


Fig. 5

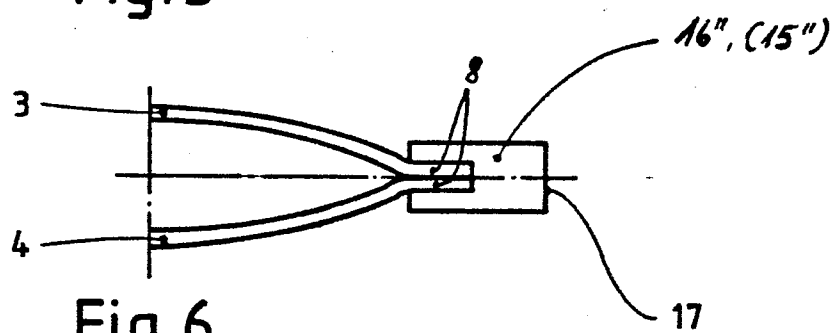


Fig. 6

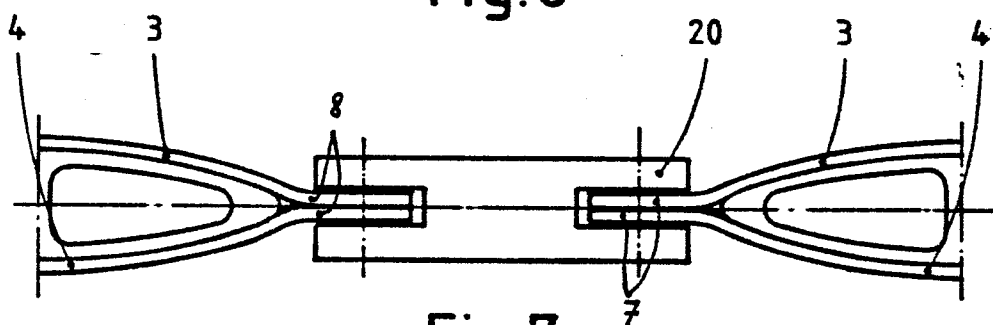


Fig. 7

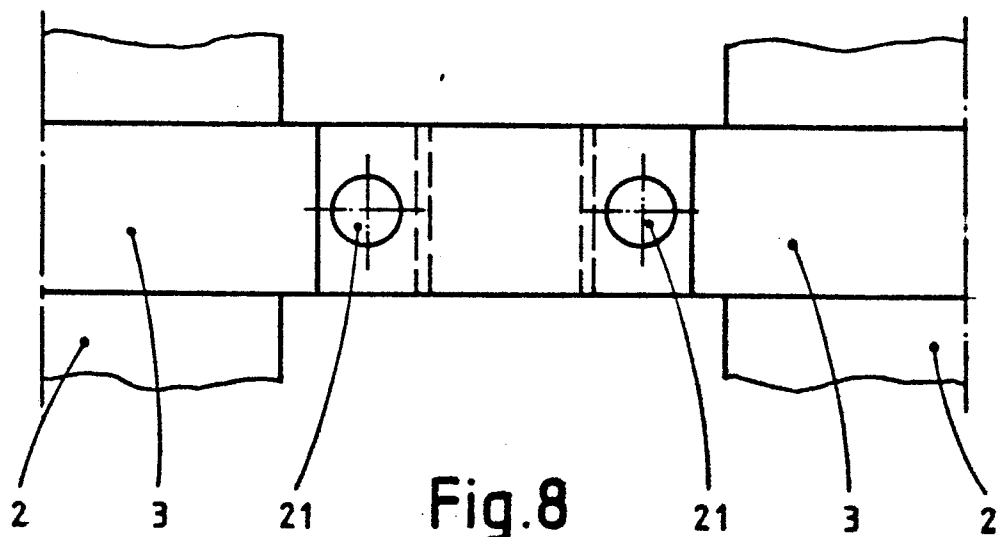


Fig. 8

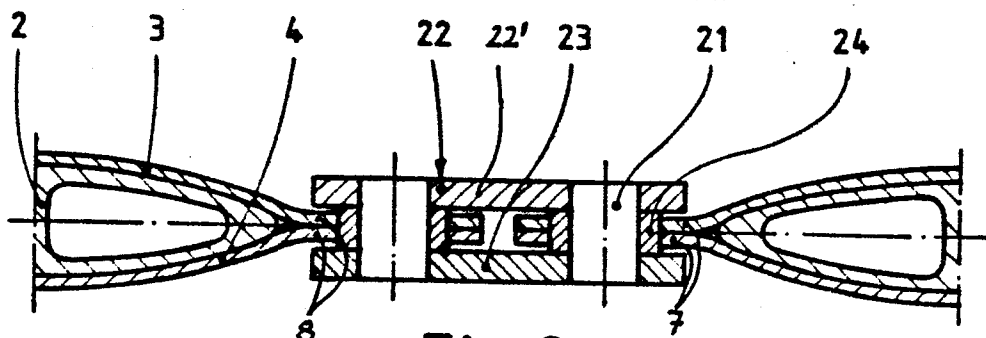


Fig. 9

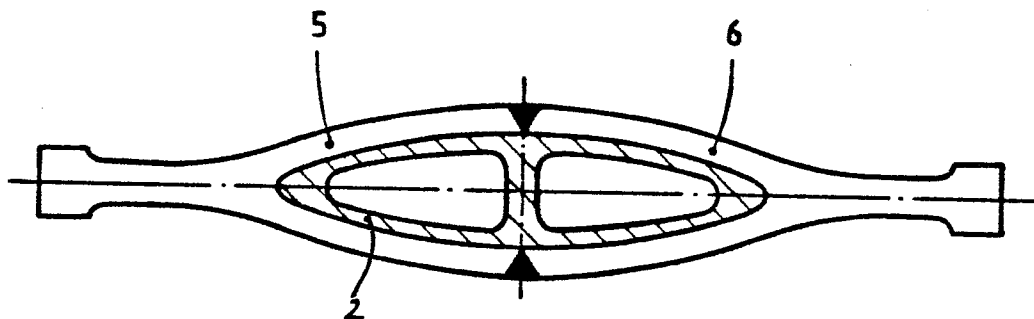


Fig. 10

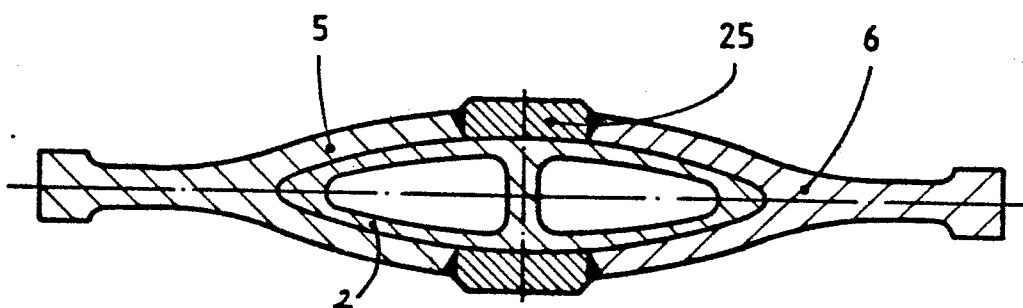


Fig. 11

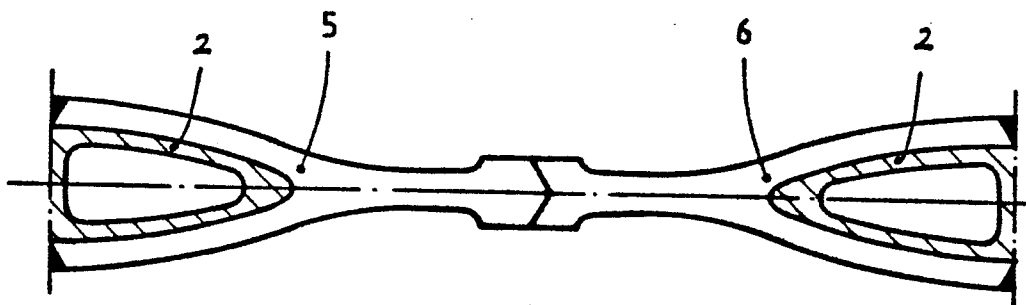


Fig. 12