

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 947 795 A1

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.10.1999 Patentblatt 1999/40

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F28F 3/08

(21) Anmeldenummer: 98105720.1

(22) Anmeldetag: 30.03.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
Podhorsky, Miroslav Dr.-Ing.  
40882 Ratingen (DE)

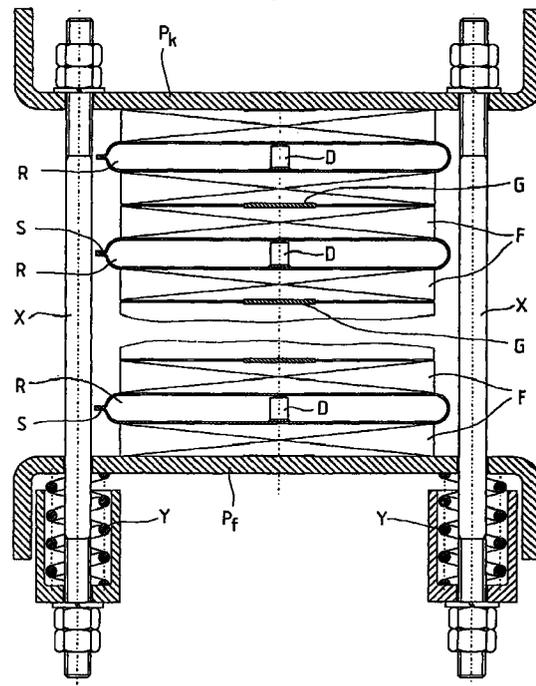
(71) Anmelder: Balcke-Dürr GmbH  
40882 Ratingen (DE)

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

#### (54) Wärmeübertrager mit einer Mehrzahl von Rohren

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit einer Mehrzahl von zumindest in einer Reihe angeordneten und parallel zueinander von einem der am Wärmeaustausch teilnehmenden Medien durchströmten Rohren (R), die einen flachen Rohrquerschnitt mit im Verhältnis zur Breite geringer Höhe aufweisen und auf ihren gegenüberliegenden Flachseiten mit die Wärmeübertragungsfläche vergrößernden Rippen (F) versehen sind. Um derartige Wärmeübertrager preiswert herzustellen und mit Rippenrohren bestücken zu können, die einen verbesserten Wärmeübergang ergeben, sind die Rohre (R) mit ihren Flachseiten parallel zueinander liegend und mit ihren Rippen (F) einander berührend zu einem mindestens eine Rohrreihe umfassenden Element zusammengefaßt und zwischen einer Kopfplatte (P<sub>k</sub>) und einer Fußplatte (P<sub>f</sub>) angeordnet, die miteinander durch Zuganker (X) verbunden sind.

Fig. 2



EP 0 947 795 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit einer Mehrzahl von zumindest in einer Reihe angeordneten und parallel zueinander von einem der am Wärmeaustausch teilnehmenden Medien durchströmten Rohren, die einen flachen Rohrquerschnitt mit im Verhältnis zur Breite geringer Höhe aufweisen und auf ihren gegenüberliegenden Flachseiten mit die Wärmeübertragungsfläche vergrößernden Rippen versehen sind.

[0002] Aus der DE 43 22 405 C2 sind zur Verwendung in Wärmeübertragern bestimmte Rohre bekannt, die zumindest auf einem Teil ihrer Oberfläche mit Rippen versehen sind. Die aus Stahl bestehenden Rippen und Rohre werden durch ein Kondensator-Entladungsschweißverfahren miteinander verschweißt. Wegen der hohen Wärmebelastung beim Verschweißen können die Rohre und/oder Rippen nicht mit einer Korrosionsschutzschicht versehen werden, da diese zumindest örtlich zerstört und damit unwirksam würde.

[0003] Um korrosionsbeständige Wärmeübertragungselemente herstellen zu können, wird mit der EP 0 417 894 A2 ein Herstellungsverfahren vorgeschlagen, bei dem aluminiumbeschichtete Stahlrohre mit Rippen aus Aluminium miteinander dadurch verlötet werden, daß sie für eine bestimmte Zeitspanne einer Temperaturerhöhung ausgesetzt werden, welche ein zumindest teilweises Schmelzen und damit Ineinanderverlaufen der Aluminiumschichten bewirkt, ohne das Entstehen eines Eisen-Aluminium-Verbundes hervorzurufen. Da die Randbedingungen des aus der EP 0 417 894 A2 bekannten Lötverfahrens zur Erzielung einer festen Verbindung zwischen Rippe und Rohr sehr exakt eingehalten werden müssen, ist dieses bekannte Verfahren sehr aufwendig und für eine wirtschaftliche großtechnische Anwendung nicht geeignet.

[0004] Um die Nachteile dieser bekannten Verfahren zu vermeiden, sind gemäß den EP 0 822 025 A1, EP 0 822 026 A1 und EP 0 823 296 A2 weitere Verfahren zur Herstellung von korrosionsbeständigen Wärmeübertragern und zugehörigen Rippenrohren entwickelt worden. Diese Verfahren haben sich in der Praxis bewährt.

[0005] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, einen Wärmeübertrager der eingangs definierten Art zu schaffen, der einerseits preiswert hergestellt werden kann und andererseits mit Rippenrohren bestückt ist, die einen verbesserten Wärmeübergang ergeben. Derartige Wärmeübertrager sollen insbesondere als luftgekühlte Kondensatoren mit direktem oder indirektem Kühlsystem eingesetzt werden.

[0006] Die **Lösung** dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre mit ihren Flachseiten parallel zueinanderliegend und mit ihren Rippen einander unter Zwischenfügen mindestens eines sich zumindest über eine Teillänge der Rohre erstreckenden Auflagebandes berührend zu einem mindestens eine Rohrreihe umfassenden Ele-

ment zusammengefaßt und zwischen einer Kopf- und einer Fußplatte angeordnet sind, die miteinander durch Zuganker verbunden sind. Diese Zuganker sind vorzugsweise durch Federelemente mit einer Vorspannkraft belastet.

[0007] Durch die Zusammenfassung der einzelnen Flachrohre zu einem eine Kopf- und eine Fußplatte umfassenden Element, das unter der Vorspannkraft von Zugankern steht, ergibt sich eine einfachere und damit preiswertere Herstellmöglichkeit für Wärmeübertrager, da nichttragende Rohre verwendet werden können. Die zwischen den Rippen der benachbarten Rohre angeordneten Auflagebänder stellen hierbei sicher, daß die von den Zugankern aufgebrachtene Kräfte zuverlässig übertragen werden. Für die Ausgestaltung der einzelnen Rippenrohre ergeben sich mehrere erfindungsgemäße Möglichkeiten.

[0008] Gemäß einem Merkmal der Erfindung kann jedes Rohr auf seinen Flachseiten mit einem gewellten Rippenband versehen sein, dessen Wellen durch Schlitze in eine Mehrzahl von Rippenreihen unterteilt sind. Durch diese Schlitze wird die Wirbelbildung verstärkt und damit der Wärmeaustausch zwischen dem das Rohr durchströmenden und dem das Rohr umströmenden Medium verbessert.

[0009] Bei einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist jedes vorzugsweise aus Leichtmetall bestehende Rohr auf seinen Flachseiten mit mindestens einer Reihe zungenartiger, durch schräge Einschnitte in das Rohrmaterial und Aufrichten der hierdurch entstehenden Zungen erzeugten Rippen versehen. Bei dieser Ausgestaltung der einzelnen Rippenrohre ergibt sich aufgrund der Tatsache, daß die Rippen einstückig aus dem Rohrmaterial hergestellt werden, eine verbesserte Wärmeleitung. Gleichzeitig kann durch die Anzahl der Reihen dieser zungenartiger Rippen die Turbulenzerzeugung erhöht und damit der Wärmeübergang verbessert werden.

[0010] Um unabhängig von der jeweiligen Ausbildung der Rippen eine zuverlässige Kraftübertragung mittels der Auflagebänder sicherzustellen und das Entstehen von Spalten zwischen den Rippen benachbarter Rohre auszuschließen, werden die Auflagebänder in entsprechenden Aussparungen im Kopfbereich der Rippen angeordnet.

[0011] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird jedes Rohr aus zwei Bändern hergestellt, die vor oder nach der Erzeugung der Rippen jeweils zu einer Halbschale verformt und an ihren beiden Längsrändern miteinander verschweißt sind. Hierbei kann die Oberfläche jedes Bandes durch in Bandlängsrichtung verlaufende Nuten unterteilt sein, die in einem der jeweiligen Breite der Rippen entsprechenden Abstand zueinander verlaufen. Es ist möglich, die Nuten in unterschiedlichen Abständen verlaufen zu lassen und unterschiedlich breite Rippen in den benachbarten Reihen auszubilden.

[0012] Sofern die Rohre in Wärmeübertragern zum

Einsatz kommen, deren innerhalb der Rohre strömendes Medium eine stählerne Auskleidung der Rohre wünschenswert oder notwendig erscheinen läßt, wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung das Leichtmetallband vor der Herstellung der Rippen mit einem Trägerband aus Stahl, vorzugsweise durch Walzen verbunden.

**[0013]** Um die mit einem flachen Querschnitt mit im Verhältnis zur Breite geringer Höhe ausgebildeten Rohre bei größeren Druckunterschieden gegen Verformungen zu schützen, wird mit der Erfindung weiterhin vorgeschlagen, zwischen den einander gegenüberliegenden Flachseiten der Rohre Stützmittel vorzusehen. Für die Ausbildung dieser Stützmittel gibt es verschiedene erfindungsgemäße Möglichkeiten.

**[0014]** Bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung sind die Stützmittel durch auf der Innenseite zumindest einer der Flachseiten des Rohres angeordnete Stifte oder dergleichen gebildet. Bei einer zweiten Ausführungsform ergeben sich die Stützmittel durch ein in Längsrichtung des Rohres zwischen dessen Flachseiten verlaufendes Wellband mit der Höhe des Rohrquerschnittes entsprechender Wellenhöhe.

**[0015]** Weiterhin wird mit der Erfindung vorgeschlagen, die Stützmittel durch Ausprägungen des Bandes zu bilden, die vor seinem Verformen zu einem Rohr bzw. zu einer Halbschale mit einer entweder der halben oder der gesamten Höhe des späteren Rohrquerschnittes entsprechenden Erstreckung hergestellt sind. Insbesondere bei einem ausschließlich aus Leichtmetall bestehenden Band lassen sich diese Ausprägungen problemlos einbringen, wobei erfindungsgemäß das Band im Bereich der späteren Ausprägungen mit dem Querschnitt dieser Ausprägungen entsprechenden Aussparungen versehen ist, in deren Bereich die Wandstärke des Bandes bis etwa auf die Rohrwanddicke reduziert ist. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung haben die Ausprägungen eine rotations-symmetrische Form und sind kegelstumpfförmig mit einer der halben Höhe des Rohrquerschnittes entsprechenden Höhe ausgebildet.

**[0016]** Um ein unerwünschtes Verformen des Rippenrohres nicht nur bei einem Unterdruck im Rohr, sondern auch bei einem Überdruck im Rohr zu vermeiden, können die Stützmittel miteinander bzw. mit beiden Flachseiten des Rippenrohres verbunden, vorzugsweise verschweißt sein. Hierdurch wird ein Aufblähen des Flachrohres verhindert. Schließlich ist es möglich, die Stützmittel in Längsrichtung des Rohres durchgehend auszubilden, so daß das Innere des Rohres in mehrere Kanäle unterteilt wird.

**[0017]** Auf der Zeichnung sind ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers und mehrere Ausführungsbeispiele der zugehörigen Rippenrohre dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 eine schematische Stirnansicht eines Wärmeübertragers,

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Wärmeübertrager gemäß der Schnittlinie II-II in Fig. 1 anhand einer detaillierten Ausführungsform,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine alternative Ausführungsform eines Rippenrohres,

Fig. 4 eine Detailansicht gemäß dem Pfeil IV in Fig. 3,

Fig. 5 einen Querschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel eines Rippenrohres,

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Leichtmetallbandes, aus dem das Rohr nach Fig. 5 hergestellt wird,

Fig. 7 einen Querschnitt durch das Band gemäß Fig. 6 nach dessen Verformung zur Rohrhalschale und Ausformung von Ausprägungen,

Fig. 8 einen Längsschnitt gemäß der Schnittlinie VIII-VIII in Fig. 6 nach Ausbildung der zungenförmigen Rippen,

Fig. 9 einen der Fig. 5 entsprechenden Querschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel eines mit einem stählernen Kern versehenen Rippenrohres,

Fig. 10 eine der Fig. 6 entsprechende perspektivische Darstellung des mit einer Auflage aus einem Leichtmetallband versehenen stählernen Trägerbandes vor Beginn der Verformungen,

Fig. 11 einen der Fig. 7 entsprechenden Querschnitt des zu einer Halbschale verformten Bandes nach Fig. 10,

Fig. 12 einen der Fig. 5 und 9 entsprechenden Querschnitt durch eine fünfte Ausführungsform,

Fig. 13 einen weiteren Querschnitt durch eine sechste Ausführungsform des Rippenbandes,

Fig. 13a eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform des beim Rippenrohr nach Fig. 13 als Stützmittel verwendeten Wellbandes und

Fig. 13b eine alternative Ausführungsform des Wellbandes gemäß Fig. 13a.

[0018] Der anhand der schematischen Darstellung in Fig. 1 als luftgekühlter Kondensator ausgebildete Wärmeübertrager umfaßt ein Element aus mindestens in einer Rohrreihe angeordneten Rohren R, von denen in den Fig. 2 und 3 jeweils ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist. Diese Rohre R haben einen flachen Rohrquerschnitt mit im Verhältnis zur Breite geringer Höhe und sind mit ihren offenen Enden einerseits an eine Zufuhrleitung Z für den Dampf und andererseits an eine Kondensatsammelleitung K angeschlossen, wie dies schematisch in Fig. 1 dargestellt ist.

[0019] Jedes Rohr R ist auf seinen beiden gegenüberliegenden Flachseiten mit Rippen F versehen, die unterschiedlich ausgebildet sind. Die nicht selbsttragenden Rohre R liegen mit ihren Flachseiten parallel zueinander, wobei sich ihre Rippen F unter Zwischenfügen mindestens eines sich zumindest über eine Teillänge der Rohre R erstreckenden Auflagebandes berühren. Sie sind zwischen einer Kopfplatte  $P_K$  und einer Fußplatte  $P_F$  angeordnet, die miteinander durch Zuganker X verbunden sind. Diese Zuganker X sind durch Federelemente Y mit einer Vorspannkraft belastet, so daß die in einer oder in mehreren Reihen nebeneinander angeordneten Rohre R zu einem Element zusammengefaßt sind. Die Fig. 1 und 2 zeigen ein derartiges, lediglich aus einer Rohrreihe bestehendes Element. Durch die Auflagebänder G, die vorzugsweise über die gesamte Rohrlänge verlaufen und auch in mehreren Reihen angeordnet sein können, wird hierbei sichergestellt, daß die von den Zugankern X aufgebrachtten Kräfte sicher übertragen werden und daß die Rohre R auch bei einem hohen Innendruck sich nicht aufblähen.

[0020] Bei dem in Fig. 2 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel eines Rohres R wird dieses durch ein stählernes Band gebildet, das zu einem flachen Rohr gebogen und an seinen freien Rändern durch eine Längsnaht S verschweißt wird. Auf die beiden Flachseiten dieses Rohres R ist ein gemäß Fig. 4 gewelltes Band aufgeschweißt, welches die Rippen F bildet. Um ein Verformen des flachen Rohres R aufgrund großer Druckunterschiede zu vermeiden, sind im Rohrinernen Stifte D angeordnet, deren Länge der Höhe des Rohrquerschnittes entspricht.

[0021] Beim zweiten Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 und 4 erfolgt die Abstützung der beiden Flachseiten des Rohres R durch kegelstumpfförmige Ausprägungen A, deren Höhe jeweils der halben Höhe des Rohrquerschnittes entspricht und die miteinander zusammenwirken. Bei dieser Ausführungsform sind darüber hinaus die durch das gewellte Rippenband gebildeten Rippen F mit Schlitzfenstern f versehen, welche die Turbulenz der quer zur Längsrichtung der Rohre R strömenden Luft erhöhen und damit den Wärmeübergang verbessern. Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform zeigt weiterhin, daß das eigentliche Rohr R aus zwei Halbschalen hergestellt ist, die an beiden Längsrändern durch Längsnahte S miteinander verschweißt sind.

[0022] Das in den Fig. 5 bis 8 dargestellte dritte Aus-

führungsbeispiel zeigt ein Rippenrohr R, das einen durchgehenden flachen Querschnitt mit im Verhältnis zur Breite des Rippenrohres R geringer Höhe aufweist, wie insbesondere aus der Querschnittsdarstellung in Fig. 5 hervorgeht. Auf seinen einander gegenüberliegenden Flachseiten ist das Rippenrohr R mit mehreren Reihen zungenartiger Rippen F versehen, die in Fig. 5 in der Vorderansicht und in Fig. 8 in der Seitenansicht dargestellt sind. Um Verformungen des Rippenrohres R aufgrund großer Druckunterschiede zu vermeiden, sind zwischen den einander gegenüberliegenden Flachseiten des Rohres R Stützmittel vorgesehen, die beim dritten Ausführungsbeispiel wiederum als kegelstumpfförmige Ausprägungen A ausgeführt sind.

[0023] Die Herstellung des beim dritten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 5 bis 8 aus Leichtmetall, vorzugsweise Aluminium bestehenden Rippenrohres R geschieht unter Verwendung eines Bandes B, von dem ein Teil perspektivisch in Fig. 6 dargestellt ist. Dieses ebene Band B aus Leichtmetall besitzt beim Ausführungsbeispiel Randbereiche  $B_1$ , die eine Wandstärke aufweisen, die der Dicke der Rohrwand entspricht. Im Bereich zwischen den Randbereichen  $B_1$  weist das Band B mehrere streifenförmige Bereiche  $B_2$  mit einer größeren Wandstärke auf, die voneinander jeweils durch eine Nut N getrennt sind. Die Tiefe dieser Nuten N entspricht der größeren Wandstärke des Bandes B abzüglich der jeweiligen Wanddicke des späteren Rippenrohres R.

[0024] In den streifenförmigen Bereichen  $B_2$  des Bandes B werden in Bandlängsrichtung jeweils Reihen zungenartiger Rippen F erzeugt, indem der jeweiligen Breite der Rippen F entsprechende Einschnitte E in einem der Rippenteilung entsprechenden Abstand und mit einer der Rippenhöhe entsprechenden Länge spitzwinklig zur Oberfläche in das Material des Bandes B eingebracht werden, wie dies die Fig. 8 zeigt. Die hierdurch entstehenden zungenförmigen Rippen F werden anschließend derart aufgerichtet, daß sie zumindest mit ihrem freien Ende etwa rechtwinklig zur Bandoberfläche verlaufen, wie dies wiederum die Fig. 8 zeigt. Hierdurch entstehen in den streifenförmigen Bereichen  $B_2$  des Bandes B einstückig mit diesem aus Bandmaterial bestehende Rippen F, und zwar in einer Anzahl von Reihen, die der Anzahl der streifenförmigen Bereiche  $B_2$  des Bandes entspricht. Während die Rippen F in Fig. 8 in der Seitenansicht gezeigt sind, sind diese in mehreren nebeneinanderliegenden Reihen angeordneten Rippen F in Fig. 5 in der Vorderansicht zu erkennen.

[0025] Bei dem in den Fig. 5 bis 8 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel werden die Rippen F erzeugt, nachdem zuvor das Band B in seinen Randbereichen  $B_1$  halbkreisförmig quer zu seiner Längsrichtung verformt worden ist, so daß sich eine Halbschale für das spätere Rippenrohr R ergibt, wie Fig. 7 erkennen läßt. Nach Bildung dieser Halbschale werden die Rippen F in der voranstehend geschilderten Art und Weise erzeugt. Selbstverständlich können die Rippen F auch im ebe-

nen Band B gemäß Fig. 6 erzeugt und die Randbereiche  $B_1$  erst danach zur Halbschale verformt werden.

**[0026]** Um Verformungen des einen sehr flachen Rohrquerschnitt aufweisenden Rippenrohres R aufgrund hoher Druckdifferenzen zu vermeiden, sind auch beim dritten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 5 bis 8 Stützmittel in Form von kegelstumpfförmigen Ausprägungen A vorgesehen. Zur Vorbereitung dieser Ausprägungen A wird das Band B gemäß Fig. 6 mit kreisförmigen Aussparungen C versehen, die beispielsweise durch Fräsen hergestellt werden. Im Bereich dieser kreisförmigen Aussparungen C wird die Wandstärke des Bandes B in den Bereichen  $B_2$  bis etwa auf die Wanddicke des späteren Rippenrohres R reduziert. Anschließend werden durch Prägen dieser Ausprägungen C die kegelstumpfförmigen Ausprägungen A gemäß Fig. 7 geschaffen. Beim Ausführungsbeispiel entspricht die Höhe dieser kegelstumpfförmigen Ausprägungen A der halben Höhe des späteren Rohrquerschnittes, so daß einander gegenüberliegende und miteinander zusammenwirkende Ausprägungen A gemäß Fig. 5 eine zuverlässige Abstützung der einander gegenüberliegenden Flachseiten des Rippenrohres R bilden. Die Fig. 5 zeigt weiterhin, daß die beiden Rohrhalschalen gemäß Fig. 7 an ihren Rändern durch zwei Längsnähte S miteinander zum Rohr verschweißt sind.

**[0027]** Die Fig. 12 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines aus zwei Halbschalen gemäß den voranstehenden Darlegungen hergestellten Rippenrohres R, bei dem als Stützmittel wiederum Stifte D angeordnet sind. Beim Ausführungsbeispiel sind diese Stifte D mit einer der gesamten Höhe des späteren Rippenrohrquerschnittes entsprechenden Länge nur auf einer der beiden Halbschalen befestigt, und zwar durch Schweißen. Die in zwei Längsreihen angeordneten Stifte D können nebeneinander liegen oder zueinander versetzt sein.

**[0028]** Das weitere Ausführungsbeispiel nach den Fig. 13, 13a und 13b zeigt wiederum ein vollständig aus Leichtmetall bestehendes Rippenrohr R, bei dem als Stützmittel ein zwischen den Flachseiten des Rohres R verlaufendes Wellband W angeordnet ist. Dieses Wellband W hat eine der Höhe des Rohrquerschnittes entsprechende Wellenhöhe. Die Wellen  $W_1$  des Wellenbandes W können gemäß Fig. 13a sinusförmig oder gemäß Fig. 13b rechteckförmig ausgeführt sein, wie dies durch  $W_2$  gekennzeichnet ist.

**[0029]** Das weitere Ausführungsbeispiel nach den Fig. 9 bis 11 zeigt die Möglichkeit, das Rippenrohr R mit einem stählernen Kern zu versehen.

**[0030]** Zu diesem Zweck wird gemäß Fig. 10 das aus Leichtmetall bestehende Band B mit einem Trägerband T aus Stahl versehen, indem das Leichtmetallband als Auflage auf das stählerne Trägerband T aufgewalzt wird. Das aus Leichtmetall bestehende Band B ist wiederum durch Nuten N in mehrere streifenförmige Bereiche  $B_2$  aufgeteilt, in denen anschließend die zungenförmigen Rippen F gemäß der Darstellung in

Fig. 8 erzeugt werden. Im Gegensatz zum dritten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 5 bis 8 bilden die Randbereiche  $T_1$  des Trägerbandes T die halbkreisförmigen Bereiche der durch quer zur Bandlängsrichtung verformten Halbschalen gemäß Fig. 11.

**[0031]** Auch bei dieser Ausführungsform können Stützmittel in Form von Ausprägungen A gebildet werden, die in diesem Fall jedoch im Trägerband T ausgeführt werden. Im Bereich dieser späteren Ausprägung A ist das aus Leichtmetall bestehende, als Auflage auf das Trägerband T aufgewalzte Band B wiederum mit kreisförmigen Aussparungen C versehen, wie insbesondere Fig. 10 erkennen läßt.

**[0032]** Die Fig. 9 zeigt, daß dieses mit einem stählernen Kern versehene Rippenrohr R hinsichtlich der Ausbildung und Anordnung der Rippen F der dritten Ausführung entspricht. Auch hier sind die zungenförmigen Rippen F in mehreren nebeneinanderliegenden Reihen angeordnet, wobei die Breite der Rippen F unterschiedlich sein kann.

**[0033]** Selbstverständlich ist es möglich, das Rippenrohr R nicht mit Hilfe zweier Halbschalen aus zwei Bändern B bzw. Trägerbändern T, sondern ausschließlich aus einem Band B bzw. T mit doppelter Breite herzustellen, wie dies die Fig. 2 zeigt. Wenn hierbei zungenförmige Rippen F zur Anwendung kommen sollen, hat das Band B bzw. Trägerband T in der Mitte einen rippenfreien Bereich mit einer den Randbereichen  $B_1$  bzw.  $T_1$  doppelten Breite. In diesem rippenfreien Bereich wird das Band B bzw. Trägerband T halbkreisförmig gebogen, so daß zur Herstellung des fertigen Rohres nur eine Längsnaht S erzeugt werden muß, welche die freien Ränder des Bandes B bzw. T miteinander zum Rohr verbindet. Bei einer derartigen Herstellung ist es zweckmäßig, die Rippen F im ebenen Band B, d.h. vor der Verformung des Bandes B bzw. T zum Rohr herzustellen.

**[0034]** Bei den Ausführungsbeispielen der Rohre R gemäß den Fig. 5 bis 13 wurde auf die Darstellung der Auflagebänder G sowie der zur Aufnahme dieser Auflagebänder G gegebenenfalls vorgesehenen Aussparungen verzichtet.

#### Bezugszeichenliste

##### **[0035]**

A	Ausprägung
B	Band
$B_1$	Randbereich
$B_2$	streifenförmiger Bereich
C	Aussparung
D	Stift
E	Einschnitt
F	Rippe
f	Schlitz
G	Auflageband
K	Kondensatsammelleitung

N	Nut
P <sub>f</sub>	Fußplatte
P <sub>k</sub>	Kopfplatte
R	Rippenrohr
S	Längsnaht
T	Trägerband
T <sub>1</sub>	Randbereich
W	Wellband
W <sub>1</sub>	Sinuswelle
W <sub>2</sub>	Rechteckwelle
X	Zuganker
Y	Federelement
Z	Zufuhrleitung

### Patentansprüche

1. Wärmeübertrager mit einer Mehrzahl von zumindest in einer Reihe angeordneten und parallel zueinander von einem der am Wärmeaustausch teilnehmenden Medium durchströmten Rohren (R), die einen flachen Rohrquerschnitt mit im Verhältnis zur Breite geringer Höhe aufweisen und auf ihren gegenüberliegenden Flachseiten mit die Wärmeübertragungsflächen vergrößernden Rippen (F) versehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohre (R) mit ihren Flachseiten parallel zueinander liegend und mit ihren Rippen (F) einander unter Zwischenfügen mindestens eines sich zumindest über eine Teillänge der Rohre (R) erstreckenden Auflagebandes (G) berührend zu einem mindestens eine Rohrreihe umfassenden Element zusammengefaßt und zwischen einer Kopfplatte (P<sub>k</sub>) und einer Fußplatte (P<sub>f</sub>) angeordnet sind, die miteinander durch Zuganker (X) verbunden sind.
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuganker (X) durch Federelemente (Y) mit einer Vorspannkraft belastet sind.
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Rohr (R) auf seinen Flachseiten mit einem gewellten Rippenband versehen ist, dessen Wellen durch Schlitze (f) in eine Mehrzahl von Rippenreihen unterteilt sind.
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes vorzugsweise aus Leichtmetall bestehende Rohr (R) auf seinen Flachseiten mit mindestens einer Reihe zungenartiger, durch schräge Einschnitte (E) in das Rohrmaterial und Aufrichten der hierdurch entstehenden Zungen erzeugten Rippen (F) versehen ist.
5. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflagebänder (G) in Aussparungen im Kopfbereich der Rippen (F) angeordnet sind.
6. Wärmeübertrager nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Rohr (R) aus zwei Bändern (B) hergestellt ist, die vor oder nach der Erzeugung der Rippen (F) jeweils zu einer Halbschale verformt und an ihren beiden Längsrändern miteinander verschweißt sind.
7. Wärmeübertrager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche jedes Bandes (B) durch in Bandlängsrichtung verlaufende Nuten (N) unterteilt ist, die in einem der jeweiligen Breite der Rippen (F) entsprechenden Abstand zueinander verlaufen.
8. Wärmeübertrager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (N) in unterschiedlichen Abständen verlaufen.
9. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Leichtmetallband (B) vor der Herstellung der Rippen (F) mit einem Trägerband aus Stahl, vorzugsweise durch Walzen verbunden ist.
10. Wärmeübertrager nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den einander gegenüberliegenden Flachseiten des Rohres (R) Stützmittel vorgesehen sind.
11. Wärmeübertrager nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützmittel durch auf der Innenseite zumindest einer der Flachseiten des Rohres (R) angeordnete Stifte (D) oder dergleichen gebildet sind.
12. Wärmeübertrager nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützmittel durch ein in Längsrichtung des Rohres (R) zwischen dessen Flachseiten verlaufendes Wellband (W) mit der Höhe des Rohrquerschnittes entsprechender Wellenhöhe gebildet sind.
13. Wärmeübertrager nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützmittel durch Ausprägungen (A) des Bandes (B, T) gebildet sind, die vor seinem Verformen zu einem Rohr (R) bzw. zu einer Halbschale mit einer entweder der halben oder der gesamten Höhe des späteren Rohrquerschnittes entsprechenden Erstreckung hergestellt sind.
14. Wärmeübertrager nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Band (B) im Bereich der späteren Ausprägungen (A) mit dem Querschnitt dieser Ausprägungen (A) entsprechenden Aussparungen (C) versehen ist, in deren Bereich die

Wandstärke des Bandes (B) bis etwa auf die Rohrwanddicke reduziert ist.

15. Wärmeübertrager nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausprägungen (A) eine rotationssymmetrische Form haben. 5
16. Wärmeübertrager nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausprägungen (A) kegelförmig mit einer der halben Höhe des Rohrquerschnittes entsprechenden Höhe ausgebildet sind. 10
17. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützmittel miteinander bzw. mit beiden Flachseiten des Rippenrohres (R) verbunden sind. 15
18. Wärmeübertrager nach Anspruch 9 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützmittel in Längsrichtung des Rohres (R) durchgehend ausgebildet sind und damit das Innere des Rippenrohres (R) in mehrere Kanäle unterteilt ist. 20

25

30

35

40

45

50

55

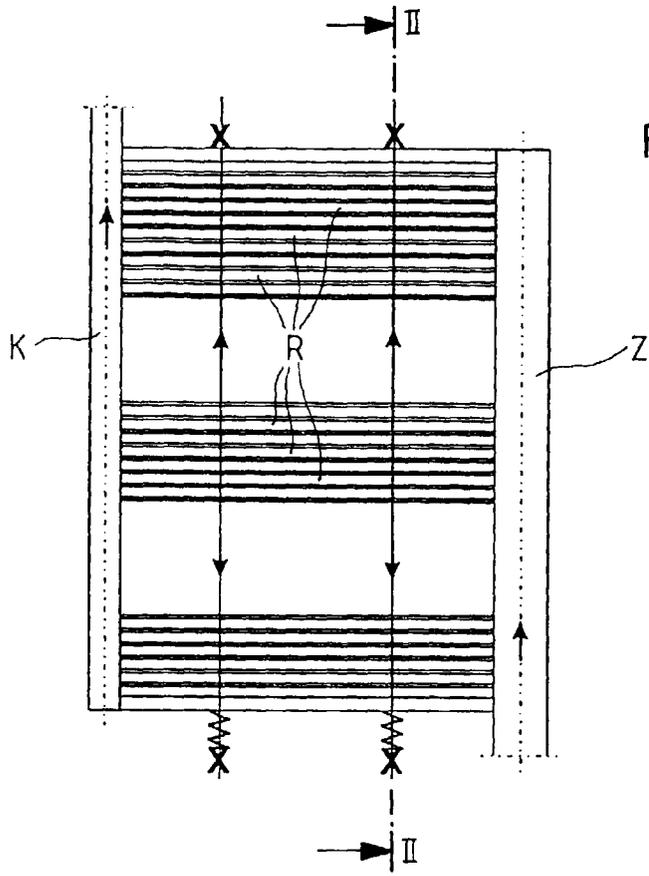


Fig. 1

Fig. 4

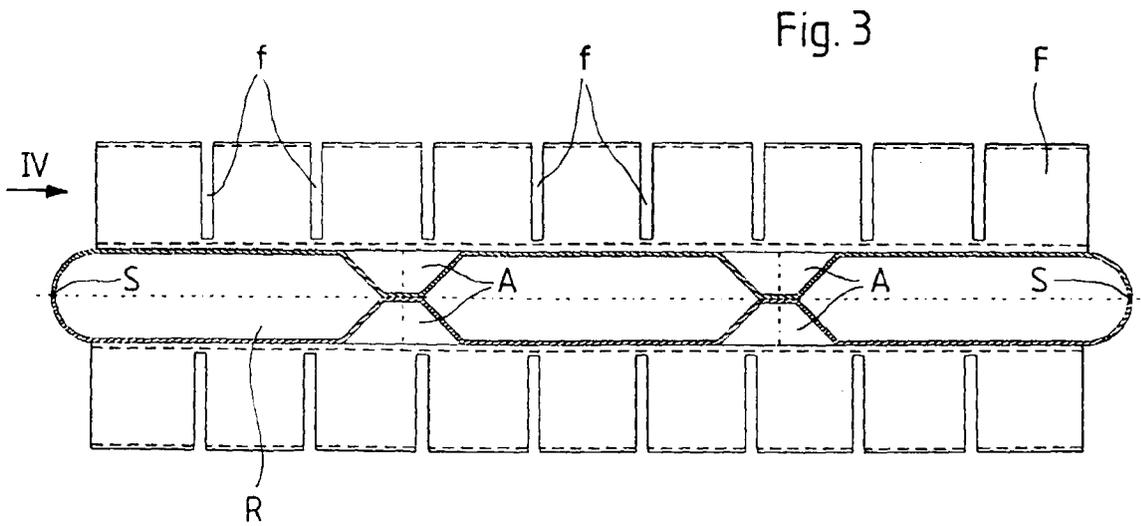
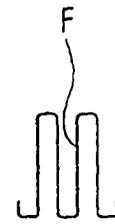
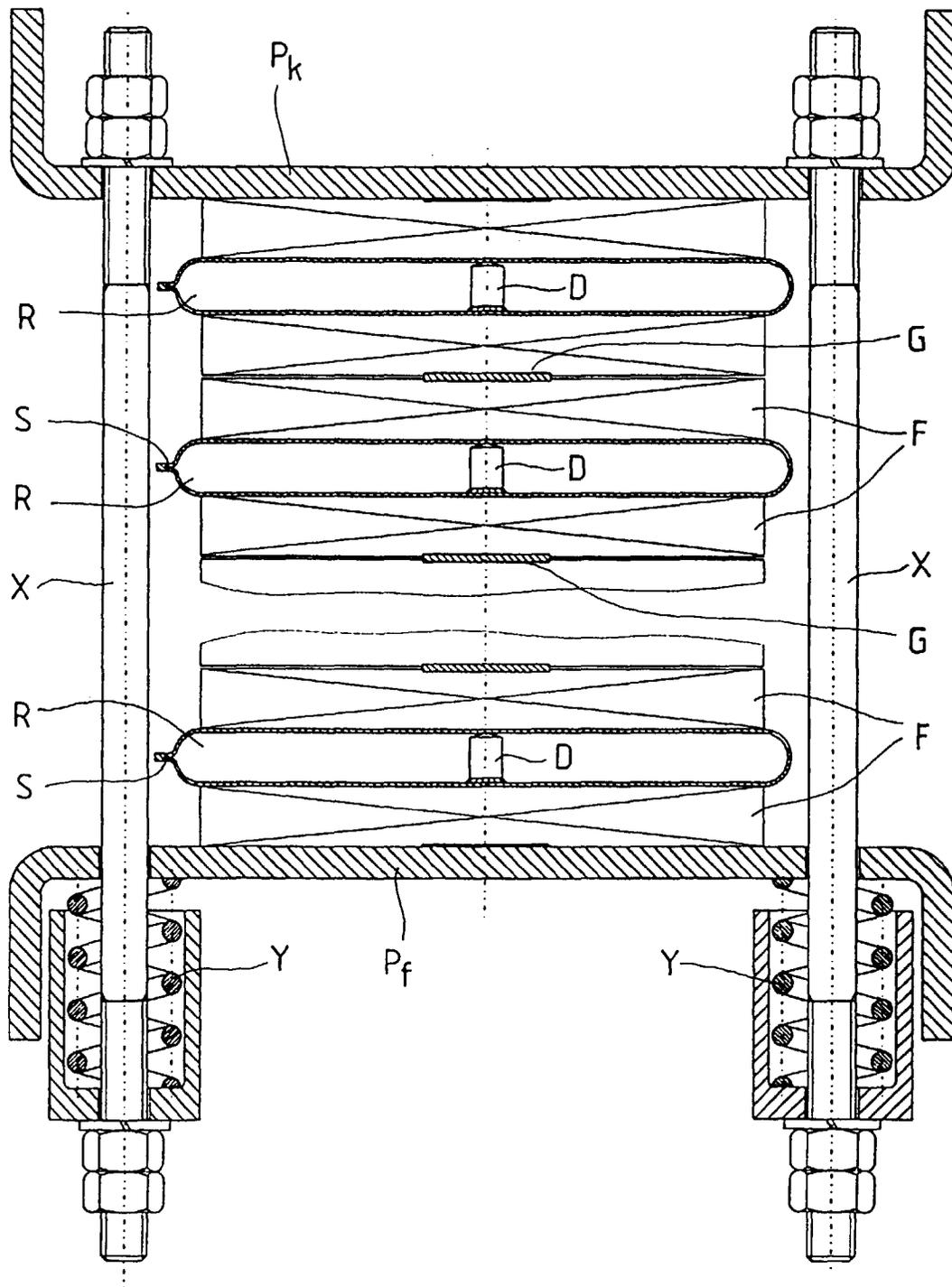
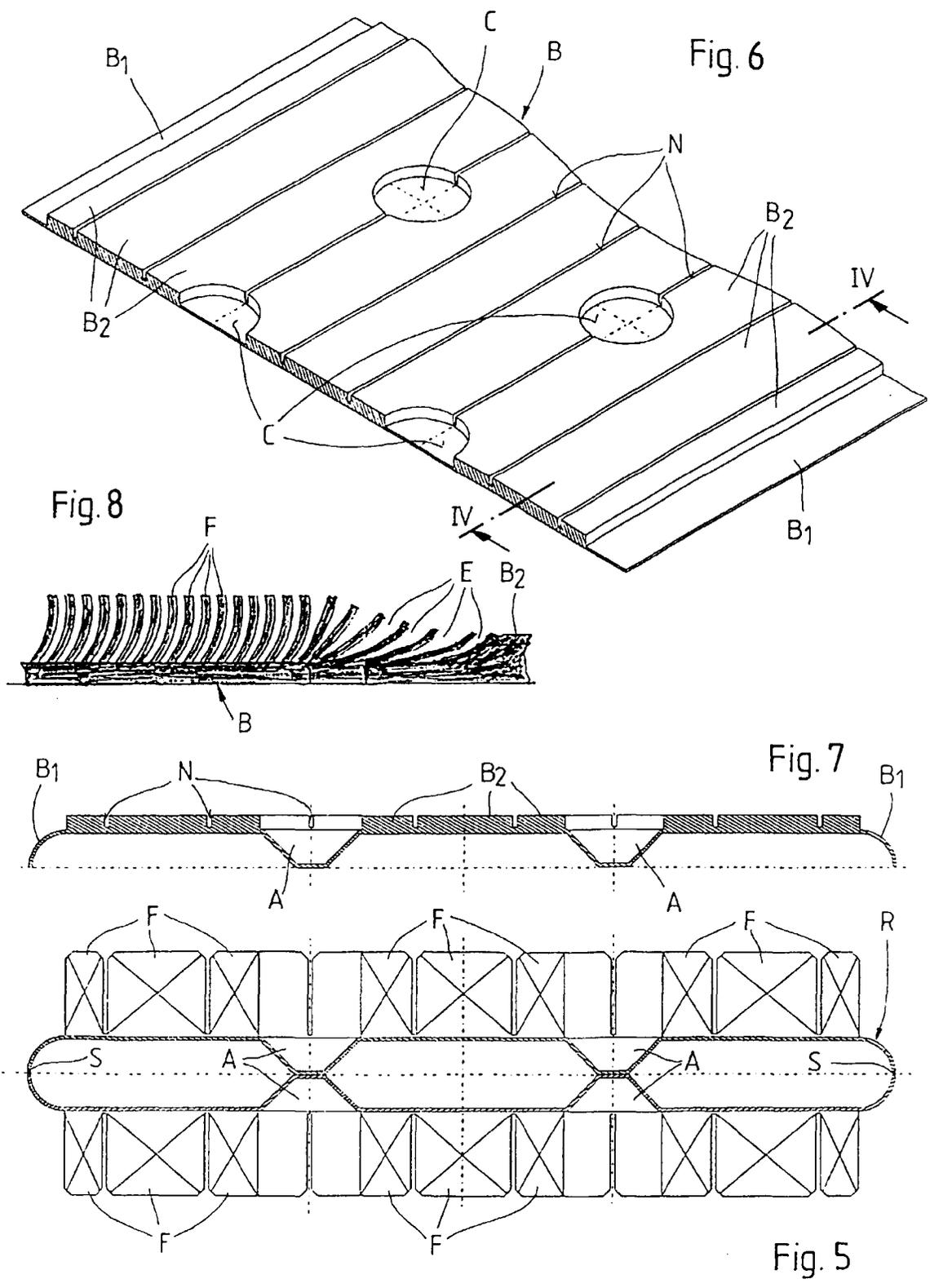


Fig. 3

Fig. 2





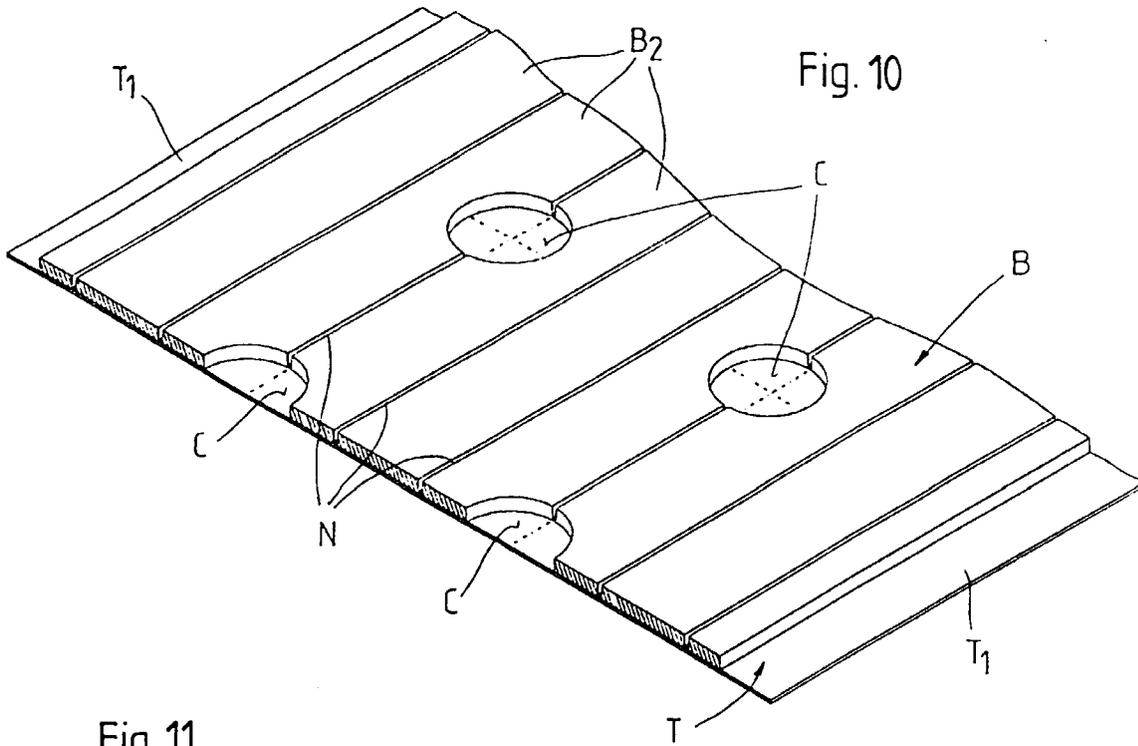


Fig. 11

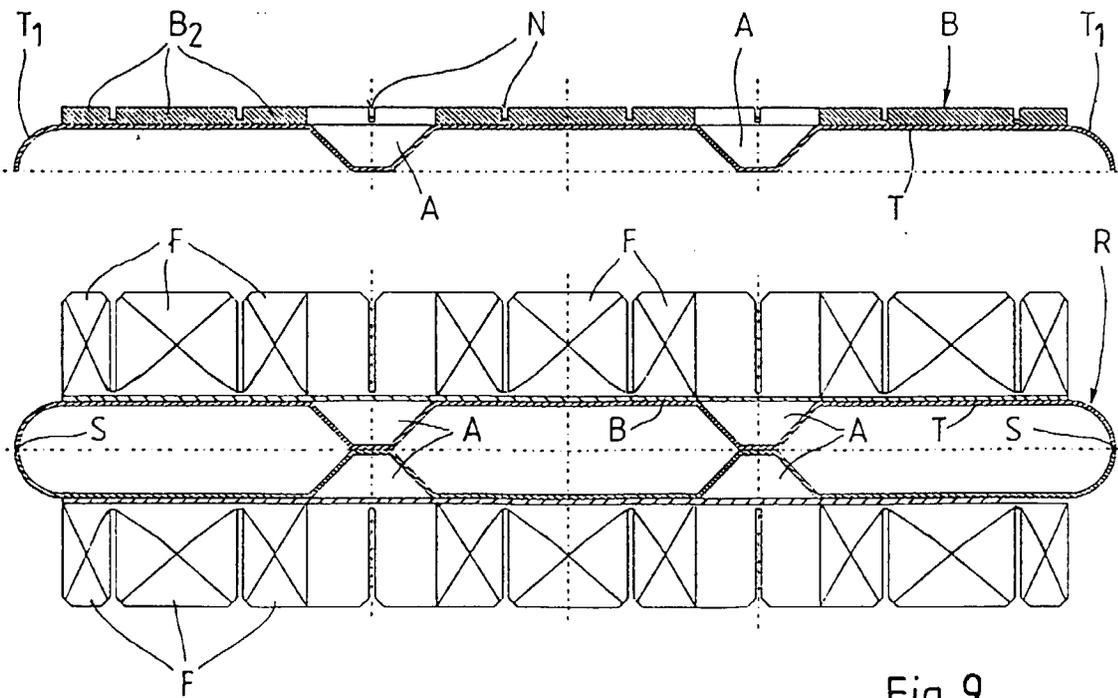
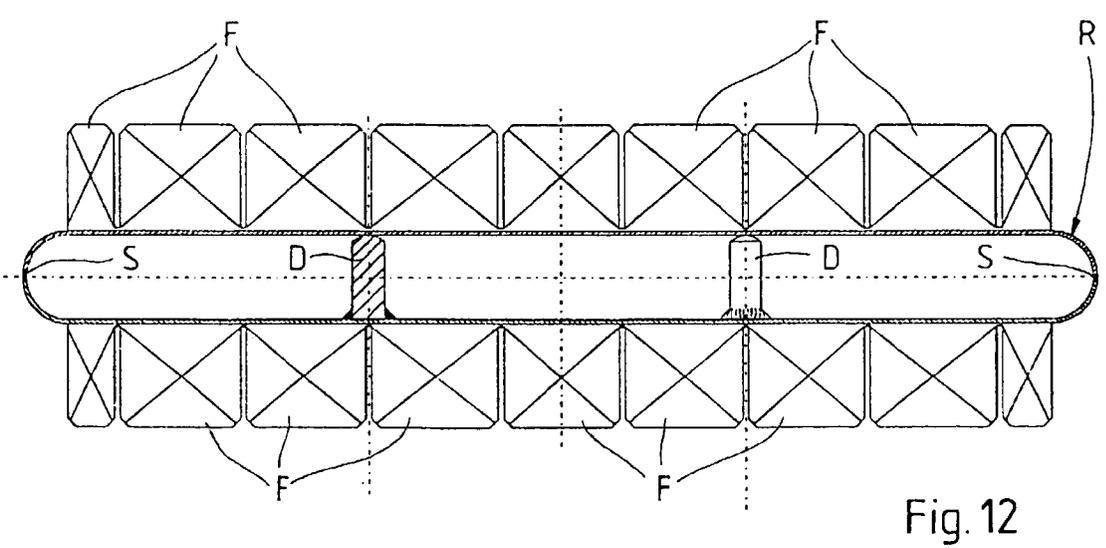
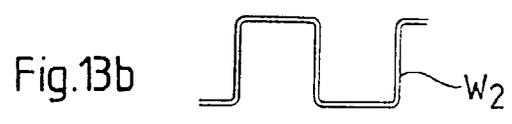
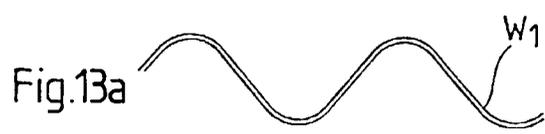
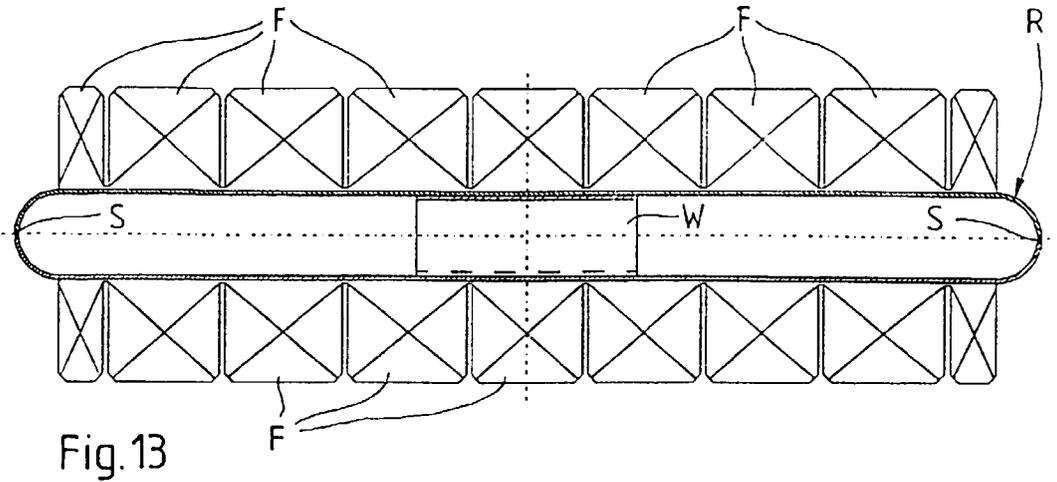


Fig. 9





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 10 5720

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	DE 21 14 340 A (LINDE AG) 5. Oktober 1972 * Seite 8, Absatz 3 - Seite 9, Absatz 2; Abbildungen 4-6 * * Seite 10, Absatz 2 - Seite 11, Absatz 1; Abbildungen 9,10 * ---	1	F28F3/08
Y	GB 461 708 A (COLIN MATHER) 25. März 1937 * Seite 2, Zeile 86 - Zeile 99; Abbildungen 1,3 * ---	1	
A	WO 96 19708 A (DINULESCU MIRCEA) 27. Juni 1996 * Seite 8, Zeile 11 - Zeile 34; Abbildungen 2,3 * ---	1,2	
A	GB 635 713 A (FILBERTO GATTA ET AL.) 12. April 1950 * Seite 1, Spalte 95 - Seite 2, Spalte 20; Abbildungen 1-11 * ---	3,4,6-18	
A	US 4 369 833 A (PASTERNAK STEPHEN F) 25. Januar 1983 * Spalte 2, Zeile 27 - Zeile 50; Abbildungen 1-4 * -----	1-18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5) F28F F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	18. August 1998	Mootz, F	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes	
P : Zwischenliteratur		Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P/M/C03)